

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ФАКУЛЬТЕТ ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОНИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ**

**Кваліфікаційна робота**  
**другий магістерський**  
(рівень вищої освіти)

на тему Дослідження шляхів енергозбереження в пансіонаті «Жовтневий» смт  
Кирилівка

Виконав: студент 2 курсу, групи ТЕ-18-1мз  
спеціальності 144 Теплоенергетика  
(код і назва спеціальності)  
освітньої програми Теплоенергетика  
(код і назва освітньої програми)  
спеціалізації \_\_\_\_\_  
(код і назва спеціалізації)

Соколовська Н.Л.  
(ініціали та прізвище)

Керівник доктор Т. Н. Чейлитко А.О.  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент \_\_\_\_\_ Крутий І.В.  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)



Запоріжжя  
2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій  
 Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики  
 Рівень вищої освіти другий магістерський  
 Спеціальність 144 Теплоенергетика  
(код та назва)  
 Освітня програма Теплоенергетика  
(код та назва)  
 Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)**






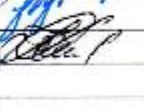
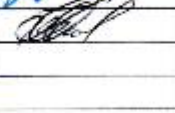
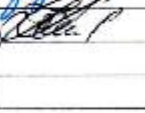
Соколовська Наталія Леонідівна

- 1 Тема роботи (проекту) Дослідження шляхів енергозбереження в пансіонаті «Жовтневий» смт Кирилівка  
керівник роботи доктор технічних наук Чейлитко Андрій Олександрович  
затверджені наказом ЗНУ від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ року № \_\_\_\_\_
- 2 Строк подання студентом роботи 26 грудня 2019 року
- 3 Вихідні дані до роботи Кліматичний район III В; швидкісний напір вітру 36 кгс/м<sup>3</sup>; нормативне снігове навантаження 50 кгс/см<sup>2</sup>; нормативна глибина промерзання не більше 0,8 м; сейсмічність вище 6 балів не буває; розрахункова температура зовнішнього повітря 19°C. Річна кількість сумарної радіації складає 4850 МДж/м<sup>2</sup>. Мінімум швидкості вітру припадає на липень - серпень, максимум на грудень- березень. Сезонний хід температур повітря в північній частині моря 22°C в липні.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1.1 Опис об'єкта Пансіонат «Жовтневий» ; 1.2 Теоретичні відомості про колектори; 1.3 Визначення параметрів для розрахунку геліосистеми; 1.4 Параметри необхідні для розрахунку енергетичних характеристик \_\_\_\_\_ ; 1.5 Знаходження необхідної площі колекторів для покриття навантаження; 1.6 Оптимізація ССК. Розрахунок ССК за допомогою f- методу;  
2.1 Енергозберігаючі заходи за результатом енергетичного аудиту;

2.2 Можливість використання енергії вітру; 2.3 Рациональне використання води; 2.4 Підключення додаткового трансформатору; 2.5 Реконструкція системи освітлення.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Генплан пансіонату з розташуванням трубопроводів; схема роботи сонячного колектору; необхідна площа для покриття повного навантаження ГВП пансіонату; розрахунок доли теплового навантаження f; оптимізація площі сонячних колекторів SintSolar; оптимізація площі сонячних колекторів Sunsystem.


#### 5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання виздав	завдання прийняв
I	Чейлитко А.О., зав. кафедри		
II	Чейлитко А.О., зав. кафедри		
III	Курис Ю.В., професор		
нормоконтроль	Каюков Ю.М., доцент		

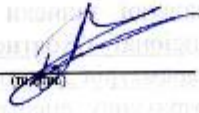
6 Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика досліджуваного об'єкта	01.10.19	виконано
2	Дослідження шляхів енергозбереження в пансіонаті «жовтневий» смт кирилівка	01.11.19	виконано
3	Охорона праці і техніка безпеки	12.12.19	виконано
4	Техніко-економічне обґрунтування	24.12.19	виконано


Студент   
(підпис)

Соколовська Н.Л.  
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)   
(підпис)

Чейлитко А.О.  
(ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер   
(підпис)

Каюков Ю.М.  
(ініціали та прізвище)



**ВІДГУК**

керівника кваліфікаційної роботи

здобувачки ступеня вищої освіти «магістр» Соколовської Наталії Леонідівни  
(П.І.Б.)Кваліфікаційна робота магістерки на тему Дослідження шляхів  
енергозбереження в пансіонаті «Жовтневий» смт. Кирилівкавиконана згідно до завдання, відповідає темі, містить 6 листів  
(не) згідно (не) відповідаєграфічного матеріалу і пояснювальну записку з 91 сторінок, підписана консультантами і має рецензію.

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством (організацією)

Актуальність теми висвітлено у втіленні сучасних ідей енергозощадження та енергоефективності для реальної бази відпочинку ФК «Міські теплові мережі». Калькуляція проекту встановлення геліосистеми нагріву води робилася згідно реального замовлення підприємства.2. Глибина обґрунтувань прийнятих рішень (повнота розрахунків, наявність багато-варіантності) Розрахунки виконані в повному обсязі. Всі прийняті рішення засновані на детальному аналізі багатьох варіантів можливих шляхів енергозбереження пансіонату «Жовтневий» смт. Кирилівка. Оптимальна площа сонячних колекторів розраховувалася для трьох різних фірм виробників.3. Загальний рівень підготовки та ерудиції здобувача ступеня вищої освіти «магістр» достатній

4. Творчий потенціал і ступінь самостійності студента у вирішенні поставлених задач

Магістерка самостійно вирішувала всі поставлені задачі та проявила особисту ініціативу при енергетичному аудиті пансіонату

5. Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибини експериментальних досліджень

Науковий рівень – достатній. Проведено аналіз ефективності використання сонячної енергії на базах відпочинку Азовського узбережжя та побудовано математичну модель вибору площі систем сонячного тепло споживання.

6. Застосування сучасних системних та інформаційних технологій, фізичного або математичного моделювання, наявність обґрунтування вибору типу ЕОМ, застосування стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та їх використання у роботі

Серед сучасних інформаційних технологій варто визначити: AutoCad (побудова генерального плану бази та схеми трубопроводів), КОМПАС (побудова схем сонячних колекторів), Excel (оптимізація площі сонячних колекторів). Математична модель – аналітична, з використанням статистичних методів рішення. Для прийняття рішень використовувався техніко-економічний аналіз.

7. Відповідність оформлення до вимог діючих стандартів

Робота відповідає діючим стандартам та державним нормам

8. Дотримання студентом графіка виконання роботи дотримано

9. Наукова цінність роботи, практична значимість

Було розглянуто декілька схем використання альтернативної енергії на пансіонаті «Жовтневий» ФК «Міські теплові мережі». Визначено оптимально-економічну площу сонячних колекторів різних виробників. Також, за результатами проведеного енергоаудиту визначено комплекс заходів по зменшенню витрат електроенергії.

10. У кваліфікаційній роботі магістра можна відмітити такі недоліки:

До недоліків роботи можна віднести відсутність емпіричних досліджень по перетворенню сонячної енергії в теплову, на наявному обладнанні.

Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана на високому рівні

і при відповідному захисті заслуговує на оцінку:

кількість балів 97 національною відмінно ЕКТС Δ

Керівник зав. кафедри ТТЕ, доктор техн. наук  
(посада, науковий ступінь)

(підпис)

Чейлитко А.О.  
(ІПБ)

## АНОТАЦІЯ

Соколовська Н.Л. Дослідження шляхів енергозбереження в пансіонаті «Жовтневий» смт Кирилівка.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник канд. тех. наук, доцент А.О.Чейлитко. Інженерний інститут Запорізького національного університету. Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій, кафедра теплоенергетики та гідроенергетики, 2019.

В роботі наведено шляхи енергозбереження в пансіонаті «Жовтневий» смт Кирилівка. Розглянуто дві схеми використання альтернативної енергії на базі відпочинку. Перша схема представляє собою сукупність сонячних колекторів які розміщуються на даху. Друга схема полягає в частковому заміщенні електроенергії за допомогою сонячних колекторів невеликої площі. Також розглянуто інші шляхи енергозбереження в пансіонаті.

Ключові слова: СОНЯЧНИЙ КОЛЕКТОР, НАВАНТАЖЕННЯ НА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ; ВІДЧИСТНА СТАНЦІЯ; ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ.

## ABSTRACT

Sokolovska NL Research of ways of energy saving in the boarding house "Zhovtnevyi" in the village of Kyrylivka.

Qualifying final work for obtaining a master's degree in higher education by specialty 144 - Heat power engineering, scientific supervisor of the candidate. those Sciences, associate professor A.O. Cheilytko. Engineering Institute of Zaporizhzhya National University. Faculty of Energy, Electronics and Information Technologies, Department of Thermal Power Engineering and Hydroenergy, 2019.

The paper presents ways to save energy in the boarding house "Zhovtnevyi" near Kirilovka. Two schemes of the use of alternative energy on the base of rest are considered. The first scheme is a collection of solar collectors located on the roof. The second scheme consists of partially replacing electric energy with solar collectors of a small area. Other ways of energy saving in the boarding house are also considered.

Keywords: SOLAR COLLECTOR, LOADING FOR HOT WATER SUPPLY, ENERGY SAVINGS; VACUUM STATION; ECONOMIC EFFECT.

### АННОТАЦИЯ

Соколовская Н.Л. Исследование путей энергосбережения в пансионате «Жовтневый» пгт Кирилловка.

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 144 - Теплоэнергетика, научный руководитель канд. тех. наук, доцент А.О.Чейлитко. Инженерный институт Запорожского национального университета. Факультет энергетики, электроники и информационных технологий, кафедра теплоэнергетики и гидроэнергетики, 2019.

В работе приведены пути энергосбережения в пансионате «Жовтневый» пгт Кирилловка. Рассмотрены две схемы использования альтернативной энергии на базе отдыха. Первая схема представляет собой совокупность солнечных коллекторов, которые размещаются на крыше. Вторая схема заключается в частичном замещении электроэнергии с помощью солнечных коллекторов небольшой площади. Также рассмотрены другие пути энергосбережения в пансионате.

Ключевые слова: СОЛНЕЧНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ, НАГРУЗКА НА ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ; ОТЧИСТНАЯ СТАНЦИЯ; ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАЛЬНОГО ОБ'ЄКТА	10
1.1 Опис об'єкта Пансіонат «Жовтневий»	10
1.2 Теоретичні відомості про колектори	15
1.3 Визначення параметрів для розрахунку геліосистеми	20
1.4 Параметри необхідні для розрахунку енергетичних характеристик	26
1.5 Знаходження необхідної площі колекторів для покриття навантаження	28
1.6 Оптимізація ССК	31
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ПАНСІОНАТІ «ЖОВТНЕВИЙ» ПМТ КИРИЛІВКА	41
2.1 Енергозберігаючі заходи за результатом енергетичного аудиту	41
2.2 Можливість використання енергії вітру	44
2.3 Раціональне використання води	53
2.4 Підключення додаткового трансформатору	54
2.5 Реконструкція системи освітлення	54
3 ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	57
3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів при експлуатації сонячних систем	57
3.2 Заходи з поліпшення умов праці	58
3.3 Виробнича санітарія	58
3.4 Електробезпека	61
3.5 Пожежна безпека	63
3.6 Засоби індивідуального захисту	65
3.7 Розрахунок сили струму, що проходить через тіло людини	65



	12
4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	68
ВИСНОВОК	86
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	88

## ВСТУП

Диплом передбачає: визначення можливої економії електроенергії, вибір схеми альтернативного джерела енергії, підбір оптимальних сонячних колекторів, розрахунок окупності впровадженої схеми, спеціальні заходи з охорони праці та розрахунок максимального ураження струмом, техніко-економічне обґрунтування проекту.

Мета дослідження полягає у вирішенні питань ефективності використання енергоресурсів на території пансіонату «Жовтневий» смт Кирилівка. Тобто мета даного проекту полягає у втіленні сучасних ідей енергозаощадності та енергоефективності з використанням інноваційних технологій на благо не лише нашого майбутнього, й країни вцілому.

Об'єкт дослідження – Пансіонат «Жовтневий» смт Кирилівка.

Предметом дослідження є теоретичні та методичні питання техніко-економічного аналізу ефективності використання енергоресурсів.

*Задачі дослідження.* Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні задачі:

- аналіз літературних джерел за тематикою досліджень;
- розрахунок площі сонячних колекторів;
- виконано розрахунок комбінованої системи енергопостачання;
- виконати порівняння ефективності комбінованої системи енергопостачання в порівнянні з системою сонячних колекторів.

*Методи та засоби дослідження.* Методи дослідження аналітичний, статистичний, енергетичний та техніко-економічний аналізи.

*Наукова новизна отриманих результатів.* Проведено аналіз ефективності використання сонячної енергії на базах відпочинку Азовського узбережжя та побудовано математичну модель вибору площі систем сонячного теплоспоживання.

*Особистий внесок здобувача.* Теоретичні дослідження виконані безпосередньо автором спільно із співробітниками Інженерного інституту Запорізького національного університету. Автору належать основні ідеї роботи, постановка завдання, обґрунтування основних припущень, теоретичні викладки та аналіз отриманих результатів і формулювання висновків за результатами проведених досліджень.

*Структура та обсяг роботи.* Магістерська робота включає вступ, три розділи, висновки та перелік джерел посилань з позиції. Загальний обсяг складає сторінок у тому числі таблиці.

# 1 ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ДОСЛІДЖУВАЛЬНОМУ ОБ'ЄКТІ

## 1.1 Техніко-енергетична характеристика пансіонату «Жовтневий»

Розташований пансіонат «Жовтневий» в Запорізькій області, на території селища міського типу Кирилівка.

Кліматичний район III В

Швидкісний напір вітру 36 кгс/м<sup>3</sup>

Нормативне снігове навантаження 50 кгс/см<sup>2</sup>

Нормативна глибина промерзання не більше 0,8 м

Сейсмічність вище 6 балів не буває

Розрахункова температура зовнішнього повітря 19С

Для клімату Азовського моря характерні дуже тепле літо та помірно м'яка похмура зима. Оскільки Азовське море розташоване на південній периферії помірних широт, провідну роль у формуванні клімату моря грає радіаційний фактор. Річна кількість сумарної радіації складає 4850 МДж/м<sup>2</sup>. Тільки чверть цієї суми становить розсіяна, основна ж кількість припадає на частку прямої сонячної радіації.

В осінньо-зимовий період радіаційний баланс від'ємний, проте його величина незначна. Тепловий баланс в середньому за рік більше нуля в центральній частині Азовського моря і менше нуля в прибережній мілководній частині моря.

За даними берегових гідрометеостанцій, середньорічна швидкість вітру становить 4,5- 6,4 м /с і зростає до 7,5 м /с в центральному районі Азовського моря.

Мінімум швидкості вітру припадає на липень - серпень, максимум на грудень- березень. Сезонний хід температур повітря в північній частині моря 22 С в липні. Пансіонат має вихід до моря, тому потрібно враховувати підвищену вологість і солевміст повітря в розрахунках.



Пансіонат «Жовтневий» є санаторієм закритого типу сезонної дії, призначеним для відпочинку працівників концерну «Міські теплові мережі» з сім'ями, на 150 місць. Для відпочинку працівників надані номери різного ступеня комфорту:

- однотипні одноповерхові житлові будиночки;
- три двоповерхових корпуси.

Тип номерів: дво, трьох, п'яти- місні номери зі зручностями, меблею, меблі кухонні, холодильник, плитка електрична/УС, мийка, душ. Вода холодна постійно.

Спальні будиночки призначені для літнього функціонування.

Інфраструктура: медпункт, безкоштовна стоянка, умови для самостійного готування їжі, волейбольний майданчик, дитячий майданчик.

Пляж: власний, пісок, обладнаний тіньовими навісами, роздягальнями.

Харчування- самостійне.

На території пансіонату обладнана стоянка для транспорту, сучасний дитячий майданчик, волейбольний майданчик, тераса з виходом на море, великий пляж з навісами для комфортного відпочинку.

Для забезпечення нормальних санітарно - гігієнічних умов і мікроклімату на території передбачені заходи по благоустрою та озелененню. Усі проїзди і майданчики запроектовані з безпилім покриттям, відкрита система водовідведення також сприяє зменшенню пилоутворення. По периметру території огорожа з металевих сітчастих панелей з воротами на в'їзді.

З огляду на вартість електроенергії, керівництво концерну «Міські теплові мережі» вирішило більш доцільним встановлення сонячних колекторів взамін водонагрівачів. Тому планується встановлення сонячних колекторів на окремо розташовані будинки.

Енергетичне навантаження на пансіонат залежить від кількості відпочиваючих, тому необхідно враховувати середню кількість людино-днів за минулі роки. Період роботи пансіонату 3 місяці.

У таблиці 1.1 наведено енергетичне навантаження пансіонату за минулий рік. Скорочення ЖБВ позначає жидкі битові відходи.

Таблиця 1.1 – Енергетичне навантаження пансіонату «Жовтневий»

Місяць	Кількість людей	Людино-доба	Електрична енергія, кВт·год	Обсяг води, м <sup>3</sup>	ЖБВ, м <sup>3</sup>
червень	522	1523	4800	200	190
липень	540	4504	8029	410	390
серпень	594	4082	6706	390	370
вересень	97	410	1028	50	90

Витрата бензину за сезон на базі відпочинку 2060 л/рік. Розглянемо декілька схем використання альтернативної енергії на базі відпочинку. Перша схема представляє собою сукупність сонячних колекторів які розміщуються на даху. Друга схема полягає в частковому заміщенні електроенергії за допомогою сонячних колекторів невеликої площі. Також розглянемо інші шляхи енергозбереження в пансіонаті «Жовтневий» смт Кирилівка.

Так як рекомендується в першу чергу забезпечувати гаряче водопостачання за рахунок сонячної енергії [1], то розрахуємо норми навантаження гарячого водопостачання для пансіонату [2].

Розрахунок навантаження водопостачання по наступній формулі, ГДж

$$Q_{г.в.} = \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N,$$

де  $\rho$  – щільність води  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  ;

$C_p$  – теплоємність води  $C_p = 4187 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ ;

$V_{г.в.}$  – добова витрата гарячої води на людину,  $\text{м}^3$ ; [1]

$T_{г.в.}$  – температура гарячої води  $T_{г.в.} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$  ;

$T_{х.в.}$  – температура холодної води, для літніх місяців  $T_{х.в.} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$  ;

$N$  – кількість людинодіб.

За червень місяць, ГДж

$$\begin{aligned} Q_{г.в.} &= \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N = \\ &= 1000 \cdot 4187 \cdot 0,03 \cdot (55 - 15) \cdot 1523 / 1000000000 = 6,696. \end{aligned}$$

Розрахунок навантаження водопостачання за липень місяць, ГДж

$$\begin{aligned} Q_{г.в.} &= \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N = \\ &= 1000 \cdot 4187 \cdot 0,03 \cdot (55 - 15) \cdot 4504 / 1000000000 = 19,801. \end{aligned}$$

Розрахунок навантаження водопостачання на серпень місяць, ГДж

$$\begin{aligned} Q_{г.в.} &= \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N = \\ &= 1000 \cdot 4187 \cdot 0,03 \cdot (55 - 15) \cdot 4082 / 1000000000 = 17,946. \end{aligned}$$

Розрахунок навантаження водопостачання на серпень місяць, ГДж

$$\begin{aligned} Q_{г.в.} &= \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N = \\ &= 1000 \cdot 4187 \cdot 0,03 \cdot (55 - 15) \cdot 410 / 1000000000 = 1,803. \end{aligned}$$

Річне сумарне навантаження на  $\Sigma Q_{Г.В.} = 46,246$  ГДж

Функціональна схема геліосистеми для гарячого водопостачання має такий вигляд

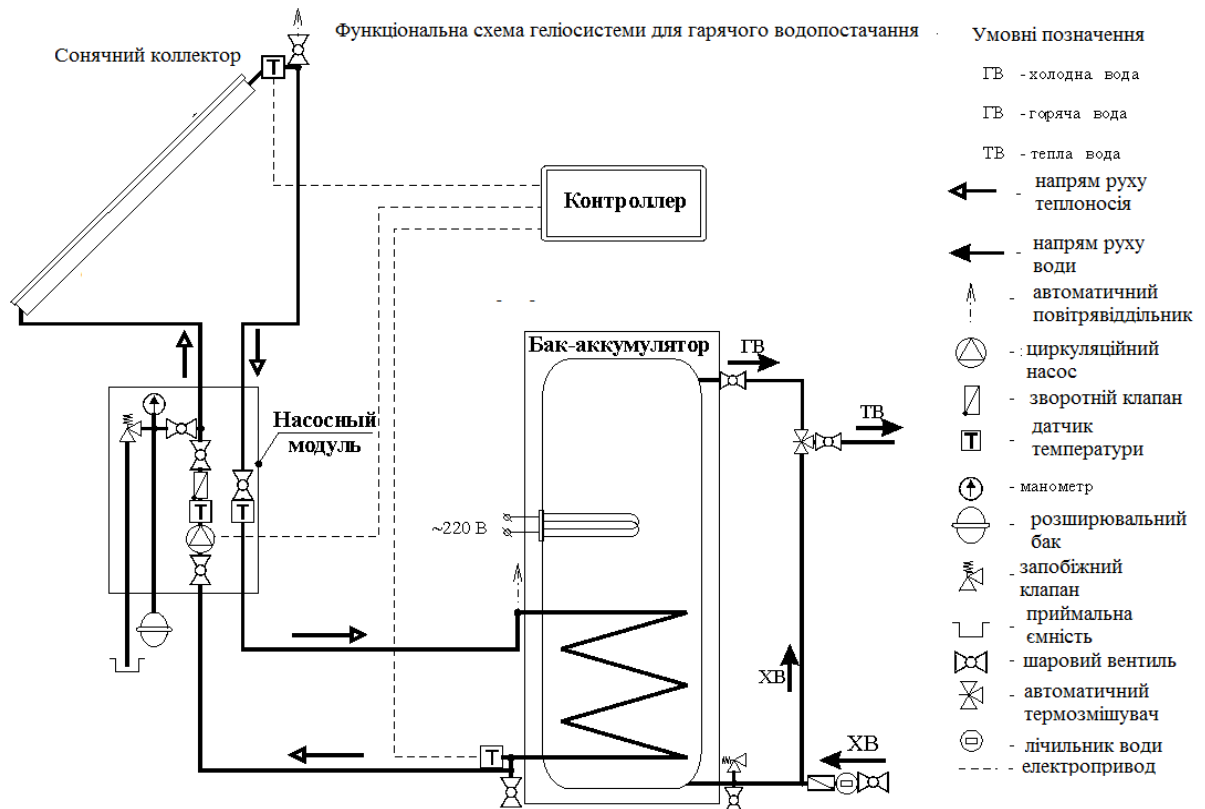


Рисунок 1.2 - Функціональна схема геліосистеми для гарячого водопостачання

## 1.2 Теоретичні відомості про сонячні колектори

Сонячна енергія може бути використана для отримання низько потенційної теплоти або електроенергії. Для вироблення теплоти застосовуються сонячні плоскі колектори. Які встановлюють на даху нерухомо, під кутом до горизонту рівним широті місцевості мінус  $15^{\circ}$ .

Сонячний колектор Altek AC-VG-25 - альтернативна інноваційна система, що забезпечує гаряче водопостачання вашого басейну. Система



може забезпечувати нагрівання води тільки в теплу пору року, з квітня по жовтень. Сонячний колектор Altek AC-VG-25 має безнапірні подачу води і призначений для великих обсягів гарячої води. Підходить для системи "тепла підлога", застосовується в теплицях і оранжереях. На сьогоднішній день ця технологія набула широкого поширення і користується високим попитом серед жителів України.

Сонячний колектор Altek AC-VG-25 складається з полегшеної рами, в якій знаходиться 25 трубчастих елементів і каркасом для їх установки. Горловиною герметично вставлені в корпус, а нижнім кінцем закріплені на рамі колектора. Для зменшення тепловтрат, корпус зовні покритий ізолюючим шаром пінополіуретану. Трубчастий елемент (ALN / AIN-SS / Cu) діаметр 58 мм, довжина 1800 мм., складається з 2-х трубок, простір між зовнішньою і внутрішньою трубкою заповнене вакуумом. Обидві трубки виготовлені з міцного скла. Зовнішня трубка прозора, а на внутрішню трубку нанесено спеціальне багатошарове селективне покриття для кращого поглинання сонячного тепла і нагрівання води, що циркулює. Через те, що гаряча рідина легше, ніж холодна, гаряча природним чином циркулює до верху трубки, а холодна - до низу трубки. Така циркуляція рідини обґрунтована різницею температур. У колектор циркуляційним насосом примусово подається холодна вода, яка циркулює вниз трубки, тим самим виштовхуючи з трубки і іншого кінця колектора підігріту до 90 градусів воду.

Ефективність застосування сонячних колекторів залежить від рівня сонячної інсоляції, який в різних регіонах України різний.

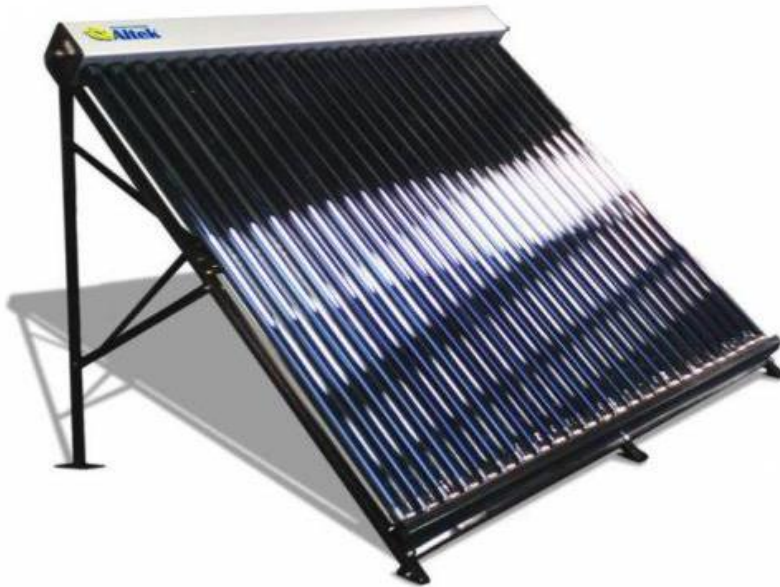


Рисунок 1.3 - Вакумний сонячний колектор Altek AC-VG

Сезонний сонячний колектор Sunrain TZL58 / 1800-20E - альтернативна інноваційна система нагрівання води, що забезпечує гаряче водопостачання в літній період, з квітня по жовтень. Ідеально підходить для літніх душових, а також Вашого будинку або котеджу. Система може забезпечувати гарячою водою літній басейн, підходить для системи "тепла підлога", застосовується в теплицях і оранжереях. Сонячний колектор Sunrain TZL58 / 1800-20E належить до типу безнапірних вакуумних термосифонних геліосистем з напірним теплообмінником. На сьогоднішній день ця технологія набула широкого поширення і користується високим попитом серед жителів України.

Сонячний колектор Sunrain TZL58 / 1800-20E складається з панелі, в якій знаходиться 20 трубчастих елементів і накопичувального бака, в якому знаходиться мідна трубчаста спіраль, яка виконує роль теплообмінника. Трубчастий елемент складається з 2-х трубок, простір між зовнішньою і внутрішньою трубкою заповнене вакуумом. Обидві трубки виготовлені зі скла. Зовнішня трубка прозора, а на внутрішню нанесено спеціальне покриття для кращого поглинання сонячної енергії. За внутрішнім скляним

трубках природним чином циркулює звичайна вода, можна також замінити антифризом, який швидко нагрівається від сонячної енергії. Всі трубки з'єднані з накопичувальним баком. Бак складається з приймального бачка з відтинає клапаном, зовнішнього резервуара і внутрішнього мідного трубчастого спірального змієвика, до якого підключається централізована система подачі води. Зовнішній резервуар складається з двох шарів, порожнину між якими заповнена поліуретаном для теплоізоляції. Внутрішній бак, в якому циркулює звичайна вода, виготовлений з нержавіючої сталі; зовнішній зі звичайного металу, пофарбованого порошковою фарбою. Вода, що проходить під напором через мідний змієвик, нагрівається від температури рідини, що нагрівається від сонячного тепла в колекторі, і в кінцевому підсумку надходить у споживання.



Рисунок 1.4 - Сезонний колектор Sunrain TZL58 / 1800-20E

Безнапірний сезонний колектор з теплообмінником Sunrain TZL58 / 1800-30E (30 трубок) зображено на рис.1.5. Sunrain - великий виробник обладнання для сонячних систем. Компанія базується в Китаї і випускає широкий асортимент сонячних колекторів та теплових насосів для опалення

та ГВП. Продукція цієї торгової марки вдало поєднує високу ефективність, відмінні експлуатаційні характеристики і низьку вартість, завдяки чому користується в Україні чималим попитом.

Призначення Sunrain TZL58 / 1800-30E - термосифонний сонячний колектор з мідним теплообмінником, 30 вакуумними трубками і 300-літровим накопичувальним баком з нержавіючої сталі. Підходить для сезонного нагріву води для ГВП, підігріву води в літньому басейні. Незалежний від електрики, працює за рахунок природної гравітації, тому ідеальний для установки на дачах і віддалених від централізованих комунікацій сезонних об'єктах (санаторіях, будинках відпочинку і тощо). Ефективний влітку і в міжсезоння.



Рисунок 1.5 - Сонячний колектор термосифонний Sunrain TZL58 / 1800-30E

Сезонний безнапірний сонячний колектор працює за принципом термосифона (звідси і назва). Це означає, що вода всередині труб розподіляється за принципом різниці температур - гаряча піднімається вгору



(в накопичувальний бак), а холодна - вниз (по вакуумним трубкам). Холодна вода з водопроводу потрапляє в спіральний теплообмінник всередині бака, нагрівається за рахунок сонячного тепла, накопиченого в баку, а потім надходить на точки розбору гарячої води. Дана циркуляція води постійно повторюється під впливом сонячного випромінювання. Оскільки всередині системи циркулює безпосередньо вода, то використовується такий сонячний колектор тільки в теплу пору року. Вакуум між трубками і теплоізоляція дозволяє зменшити тепловтрати та знімати до 95% сонячного тепла.

Накопичувальний бак сонячного колектора Sunrain TZL-30E двошаровий об'ємом 300 літрів. Внутрішні стінки виконані з харчової нержавіючої сталі товщиною 0,5 мм, зовнішній - з пофарбованої сталі 0,4 мм. Для додаткового захисту від корозії всередину вбудований магнісвий анод.

Між стінками прокладена поліуретанова теплоізоляція товщиною 50 мм. Вона зводить тепловтрати до мінімуму і дозволяє підтримувати температуру теплоносія до 48 годин.

Для нагрівання води використовується 30 вакуумних трубок. Зовнішня колба прозора, на внутрішню нанесено високоселективним покриття, яке ефективно поглинає сонячне світло і таким чином підвищує продуктивність колектора.

Нагрівання води відбувається в мідному теплообміннику, проточно, всередині бака, що гріє воду від сонячного випромінювання.

Рама сталева (товщина металу 1,5 мм). Розрахована на монтаж на дах під кутом 45 градусів.

Конструкція стійка до фізичних навантажень, в тому числі вітри і граду.

Для більш продуктивного і комфортного використання безнапірного термосифонного колектора можна придбати електронний контролер (модель SR-500) і ТЕН на 1,5 кВт.

### 1.3 Визначення параметрів для розрахунку геліосистеми

Поглинаюча здатність або оптичний ККД сонячного колектора позначається як  $(\overline{\alpha\tau})$ . Відношення  $(\overline{\alpha\tau})$  залежить від кута падіння сонячного випромінювання (прямого і розсіяного), який може мінятися протягом дня від  $0$  до  $90^\circ$ , що призводить до зміни значення від  $0$  до  $1$ . При розрахунку енергетичних характеристик геліоустановки з метою спрощення методики ми нехтували цією залежністю і користувалися усередненими значеннями  $(\overline{\alpha\tau})$ .

Залежно від орієнтації колектора і часу року середньомісячне значення  $(\overline{\alpha\tau})$  може бути значно нижче, ніж у випадку, коли сонячна радіація падає нормально до поверхні колектора. Спрощений метод визначення середньомісячного значення  $(\overline{\alpha\tau})$  полягає в наступному. Коли колектор звернений своєю поверхнею на південь з відхиленням від південного напрямку в межах  $\pm 15^\circ$  при куті нахилу до площини горизонту, рівному ширині місцевості  $\pm 15^\circ$ , то  $(\overline{\alpha\tau})_0 = (\overline{\alpha\tau}) / (\overline{\alpha\tau})_{\text{норм}} = 0,96$  для сонячного колектора з одношаровим прозорим покриттям і  $(\overline{\alpha\tau})_0 = 0,94$  для колектора з двошаровим прозорим покриттям (для всіх місяців року).

У разі, якщо кут нахилу сонячного колектора до горизонтів відхиляється від значення широти більш, ніж на  $15^\circ$ , то значення  $(\overline{\alpha\tau})_0$  може бути обчислено як функція середньовиважених значень прямого, дифузійного і відбитих компонентів радіації.

У формули для розрахунку усереднених характеристик систем сонячного теплопостачання входять  $F_R \overline{U}$ ,  $F_R \overline{(\alpha\tau)}$ , які можуть бути визначені за виразами:

$$F_R \overline{U} = F_R \overline{U} F_R' / F_R,$$

$$F_R \overline{(\alpha\tau)} = F_R \overline{(\alpha\tau)}_{\text{норм}} (F_R' / F_R) [(\overline{\alpha\tau}) / (\overline{\alpha\tau})_{\text{норм}}]$$

де  $(\overline{\alpha\tau})_0$  визначається як було зазначено раніше;  $F_R' / F_R$ ,  $F_R \overline{U}$ ,  $F_R (\overline{\alpha\tau})_{\text{норм}}$  — за результатами випробувань колектора.

Температуру зворотної води, яка надходить в бак-акумулятор з системи теплопостачання потрібно приймати:

для геліоустановок, що забезпечують навантаження гарячого водопостачання, рівною температурі водопровідної води (залежно від пори року)

$$\overline{T}_{cp} = (1 - \beta)\overline{T}_{об} + \beta\overline{T}_X,$$

де  $\beta$  — частка теплового навантаження гарячого водопостачання.

Середні місячні значення денних приходів сонячної радіації на горизонтальну поверхню відомі для багатьох географічних пунктів, тоді як таких даних для похилій поверхні немає. Порівняння розрахункових і експериментальних даних вченими дозволило зробити висновок про можливість застосування цього методу для розрахунку парафій радіації на похилі поверхні, орієнтовані в південно-східному або південно-західному напрямку.

Метеорологічні дані по місяцям для смт Кирилівка наведено у таблиці 1.2.

Розрахунки ведемо для червня місяця. Для решти місяців розрахунок аналогічний і виробляється в програмному забезпеченні Microsoft Excel.

Таблиця 1.2 - Метеоданні по місяцям для смт Кирилівка

Місяць	Червень	Липень	Серпень	Вересень
Н	27,64	28,7	25,28	18,27
Нд	6,55	5,58	4,68	4,18
Кт	0,67	0,72	0,73	0,68
n <sup>cc</sup>	315	345	318	257
Тв	23,4	26,5	26,3	17,3

Для колектора типу Altek AC-VG, користуючись нормативною документацією фірми-виробника, знаходимо значення

$$F_R(\tau\alpha)' = F_R(\tau\alpha) \cdot \frac{F_R'}{F_R} \cdot \frac{\tau\alpha'}{\tau\alpha} = 0,81 \cdot 0,99 \cdot 0,95 = 0,761805$$

$\frac{\tau\alpha'}{\tau\alpha}$  - прихід сонячної радіації на похилу поверхність;

Відношення ККД колектора до втрат

$$F_R(\tau\alpha)_n = 0,7618 \quad F_R U_L = 3,168$$

$$\bar{H}_T = \bar{R} \cdot \bar{H},$$

де  $\bar{H}$  - середньомісячний денний прихід сумарної радіації на горизонтальну поверхню, МДж/ (м<sup>2</sup> діб);

$\bar{R}$  - ставлення середньомісячних денних парафій сумарної радіації на похилу і горизонтальну поверхні.

Щоб визначити  $\bar{R}$ , потрібно знати складові потоку сонячної радіації:

- пряму;
- дифузійну;
- відбиваючу.

Пряме випромінювання викликає відкидання тіні освітлюваним сонцем предметом. Дифузне - відбивається і розсіюється хмарами і пилом, перш ніж досягає поверхні землі, і на відміну від прямого випромінювання, не призводить до утворення тіней. Третя складова - це випромінювання, відбите від землі на поверхню колектора.

Підсумувавши ці складові, величину  $\bar{R}$  можна представити у вигляді

$$\bar{R} = \left(1 - \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}}\right) \bar{R}_b + \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \frac{1 - \cos \beta}{2}$$

де  $\bar{H}_d$  - середньомісячний денний прихід дифузійної радіації на горизонтальну поверхню, кДж/(м<sup>2</sup> діб);

$\bar{R}_b$  - ставлення середньомісячних приходів прямої радіації на похилу і горизонтальну поверхні;

$\beta$  - кут нахилу колектора до горизонту;

$\rho$  - відбивна здатність землі, яка змінюється від 0,2 (влітку) до 0,7 (взимку при наявності снігового покриву).

Для поверхонь, орієнтованих на південь, величина  $R_b$  може бути визначена згідно з рівнянням. Ці ж значення з допустимою похибкою можна використовувати і для поверхонь, азимут яких за абсолютним значенням не перевищує 15<sup>0</sup>.

$$\bar{R}_b = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cos \delta \sin \omega + \frac{\pi}{180} \omega \sin(\varphi - \beta) \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta \sin \omega + \frac{\pi}{180} \omega \sin \varphi \sin \delta}$$

де  $\varphi = 46,8^\circ$  – широта місцевості;  $\varphi = 46,8 \cdot \pi / 180 = 0,8164$  рад;

$\delta$  – відмінювання сонця, вибирається із потрібних місяців і знаходиться середньозважене значення для заїздів;

$$\delta = 23,1^\circ = 0,403 \text{ рад};$$

Часовий кут заходу сонця на горизонтальній поверхні, що дорівнює

$$\omega = \arccos(-\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta) = \arccos(-\operatorname{tg} 0,8164 \operatorname{tg} 0,403)$$

$$\omega = 2,041$$

$\omega'$  – часовий кут заходу сонця на похилій поверхні;

$$\omega' = \min[\omega; \arccos(-\operatorname{tg}(\varphi - \beta) \operatorname{tg} \delta)]$$

$$= \arccos(-\operatorname{tg}(0,8164 - 0,5547) \operatorname{tg} 0,403)$$

$$\omega' = 1,685 \text{ рад}$$

$\delta$  - зміна положення сонця в наближених розрахунках можна скористатися величинами  $\delta$  для середнього дня кожного з 3 місяців;

$\beta$  – кут нахилу колектора до горизонту. Задаємо його на  $15^\circ$  меншим широті місцевості;

$$\beta = 46,8^\circ - 15^\circ = 31,8^\circ = 0,5547 \text{ рад (Кирилівка);}$$

Середньомісячний прихід прямої радіації на похилу і горизонтальну поверхність розраховується по формулі 2.1

$$\bar{R}_b = 1,5495$$

Для кожного заїзду вибираємо значення  $\rho = 0,2$ , так як снігу в даний період часу немає.

$$\bar{R} = \left(1 - \frac{6,55}{27,64}\right) 1,5495 + \frac{6,55}{27,64} \frac{1 + \cos 0,5547}{2} + 0,2 \frac{1 - \cos 0,5547}{2}$$

$$\bar{R} = 1,4165$$

Середньомісячний денний прихід сумарної сонячної радіації на горизонтальну поверхню,  $МДж/(м^2 \cdot доб)$

$$\bar{H}_T = \bar{R} \cdot \bar{H} \cdot K_3$$

$$\bar{H}_T = 1,41652 \cdot 27,64 \cdot 0,97$$

$$\bar{H}_T = 37,978$$

Місячний прихід сонячної радіації на горизонтальну поверхню

$$H_T = 37,978 \cdot 30 = 1139,343$$

де  $K_3$  – коефіцієнт враховує вплив запиленості сонячного колектора.  
Приймаємо  $K_3 = 0,97$  [2].

Розрахунки зведені до таблиці 1.2.



Таблиця 1.2 - Розрахунок приходу сонячної радіації на плоский колектор

Місяць	$H$ кДж/м <sup>2</sup>	$H_d$ , кДж/м <sup>2</sup> · сут	$H_d/H$	$1 -$ $(H_d/H)$	$R_b$	$R$	$H_t$ МДж/(м <sup>2</sup> · сут)
Червень	27,64	6,55	0,237	0,763	0,973	0,978	27,045
Липень	28,7	5,58	0,194	0,806	0,995	0,996	28,581
Серпень	25,28	4,68	0,185	0,815	1,089	1,073	27,123
Вересень	18,27	4,18	0,229	0,771	1,267	1,205	22,018

#### 1.4 Параметри необхідні для розрахунку енергетичних характеристик

Поглинена сонячна енергія акумулюється у вигляді нагрітої води в баку-акумуляторі. Для підвищення ефективності рекомендується виконати бак-акумулятор з окремих пов'язаних один з другим секцій. Оптимальна кількість секцій дві-три.

Для моделювання процесу акумулювання можливо скласти модель одного бака, місткість якого дорівнює сумі місткості основного та витратності баків. Основні закономірності процесів масо- і теплообміну, що відбуваються в баку, у край складні через наявність різності температур теплоносія по висоті бака. Для оцінки впливу теплової стратифікації рідини на характеристики систем сонячного теплопостачання були зіставлені результати розрахунків численних моделей роботи баків як при існуванні температурного градієнта в рідині, так і при повному перемішуванні рідини. Результати моделювання показали, що використання різниці температур рідини в баку дає можливість підвищити коефіцієнт заміщення на 1-3%.

Оскільки вплив теплової стратифікації вельми незначна, то в описаних дослідженнях застосовувалася модель з повністю перемішаної середовищем.

Середньомісячну температуру повітря протягом світлового дня  $\bar{T}_0$ , можна знайти за формулою:

$$\bar{T}_0 = 0,7 \bar{T}_c + 0,3 \bar{T}_{MAX}$$

де  $\bar{T}_c$ ,  $\bar{T}_{MAX}$  — середньодобова температура повітря і середовищ, максимальна добова температура для даного місяця.

Перепад температур теплоносія в системі тепlopостачання аозначимо як  $\Delta T$ . Значення  $\Delta T$  залежить від умов експлуатації і визначається для систем гарячого водопостачання

$$\Delta T = \Delta T_{Г.В.} = \bar{T}_{Г.В.}^{\max} - \bar{T}_X,$$

де  $\bar{T}_{Г.В.}^{\max}$  — максимальна температура гарячої води, що надходить до споживача;

$\bar{T}_X$  — температура теплоносія, що надходить в систему опалення від джерела тепла.

Орієнтація сонячного колектора і кут нахилу його до горизонту також впливають на характеристики геліоустановки. Під оптимальною орієнтацією розуміють умови, що забезпечують максимальну теплову потужність за весь період роботи. Аналіз наявних результатів показав, що оптимальним варіантом є орієнтування площині колектора по напрямку до екватора. Від нахилу в межах  $\pm 15^\circ$  від напрямку на південь не робить істотного впливу на теплову потужність геліоустановки. Оптимальний кут нахилу сонячного нагрівача дорівнює широті місцевості в даній точці; відхилення від цього значення в межах  $\pm 15^\circ$  не змінить помітно теплову потужність геліоустановки. Для геліоустановок, призначених для систем опалення,

оптимальний кут нахилу дорівнює широті місцевості плюс 10-15°, для систем гарячого водопостачання- широті місцевості, де розташована установка.

У процесі роботи сонячного колектора прозоре покриття покривається пилом, що призводить до зменшення щільності потоку сонячної радіації, що досягає поглинаючої поверхні. Коефіцієнт світлопропускання шару пилу залежить від товщини цього шару і може змінюватися від 0,5 до 0,96.

Коефіцієнт затінення  $K_3$  сонячної радіації корпусом колектора залежить від його геометричних розмірів і конструктивних особливостей. Згідно з результатами експериментальних досліджень при розрахунках систем сонячного теплопостачання в умовах періодичного чищення прозорих покриттів рекомендується приймати значення  $K_{пл} K_3 \approx 0,95-0,97$ . Цю поправку слід помножити на значення сумарної щільності потоку сонячної радіації в формулах.

Початок роботи сонячного колектора залежить від того, як швидко він прогрівається до робочої температури після охолодження вночі або в похмуру погоду. Момент початку роботи колектора визначається умовою  $\bar{T}_P \geq \bar{T}_{BX}$ , де  $\bar{T}_P$  — рівновага температура поглинаючої поверхні колектора, а  $\bar{T}_{BX}$  — температура теплоносія на вході в колектор. З цього моменту часу колектор починає виробляти теплоту. Частина енергії потоку сонячної радіації витрачається на прогрів колектора і, отже, зменшується його теплова потужність. Кількість теплоти, що йде на нагрів, залежить від конструкції сонячного колектора, властивостей застосовуваних матеріалів, теплоносія та місткості колектора. За даними різних авторів ці втрати можуть становити від 5 до 25 % сумарної щільності потоку сонячної радіації. Для добре спроектованого колектору втрати теплоти не перевищують 5-10 %

1.5 Знаходження необхідної площі колекторів для покриття навантаження

Для максимально економічної організації впровадження геліосистеми на базі відпочинку необхідно підібрати певну площу сонячних колекторів, яка буде покривати 100% навантаження на Q<sub>ГВС</sub>.

Щільності потоку сонячної радіації, Вт/м<sup>2</sup>

$$I_a = \frac{\bar{H}_T}{n_{міс}^{cc} \cdot 3600} \cdot \Delta\tau$$

Розрахунок теплової потужності сонячної системи, Дж

$$Q_{ГВП} = \frac{Q_H \cdot 10^9}{n_{міс}^{cc} \cdot 3600}$$

Ефективність сонячних колекторів, %

$$\eta_{ск} = F_R (\tau\alpha)_n - F_R U_L (T_i - T_b) / I_T$$

Розрахунок необхідної площі, м<sup>2</sup>

$$F_{ск} = \frac{Q_{ГВП}}{I_a \cdot \eta_{ск}}$$

Розрахунок щільності потоку сонячної радіації, Вт/м<sup>2</sup>

$$I_a = \frac{\bar{H}_T}{n_{міс}^{cc} \cdot 3600} \cdot \Delta\tau = \frac{1139,343}{315 \cdot 3600} \cdot 10^6 = 1004,712$$

Розрахунок теплової потужності сонячної системи, Вт

$$Q_{\text{ГВП}} = \frac{Q_{\text{H}} \cdot 10^9}{n_{\text{mic}}^{\text{cc}} \cdot 3600} = \frac{46,246 \cdot 10^9}{315 \cdot 3600} = 40781,3$$

Ефективність сонячних колекторів, %

$$\eta_{\text{ск}} = F_R(\tau\alpha)_n - F_R U_L \left( \frac{T_i - T_B}{I_T} \right) = 0,7618 - 3,168 \left( \frac{35 - 23,4}{1004,712} \right) = 0,725$$

$T_i$  - температура на вході в колектор, (при  $T_{\text{ГВ}}=60$  и  $T_{\text{хв}} = 15$ ).

Розрахунок необхідної площі,  $\text{м}^2$

$$F_{\text{ск}} = \frac{Q_{\text{ГВП}}}{I_a \cdot \eta_{\text{ск}}} = \frac{40781,3}{1004,712 \cdot 0,725} = 51,34$$

Аналогічно розраховуємо необхідну площу колекторів для інших заїздів і вибираємо найбільшу  $F_{\text{max}} = 51,34 \text{ м}^2$ .

Таблиця 1.3 - Необхідна площа для покриття повного навантаження ГВП пансіонату

Місяць	$Q_{\text{ГВП}}, \text{ГДж}$	$I_a$	ККД	$Q_{\text{ГВП}}, \text{Вт}$	F
Altek AC-VG					
червень	6,70	357,74	0,71	5904,45	23,14
липень	19,80	414,21	0,75	15942,96	51,34
серпень	17,95	426,47	0,75	15676,01	49,01
вересень	1,80	428,36	0,69	1948,23	6,63
$\Sigma$	46,25			39471,65	<b>51,34</b>
SintSolar CS					
червень	6,70	357,74	0,58	5904,45	28,43
липень	19,80	414,21	0,63	15942,96	61,35
серпень	17,95	426,47	0,63	15676,01	58,55
вересень	1,80	428,36	0,55	1948,23	8,34
$\Sigma$	46,25			39471,65	<b>61,35</b>

СПК-F2 Атмосфера (Китай)					
червень	6,70	357,74	0,65	5904,45	25,38
липень	19,80	414,21	0,69	15942,96	56,08
серпень	17,95	426,47	0,69	15676,01	53,53
вересень	1,80	428,36	0,62	1948,23	7,30
$\Sigma$	46,25			39471,65	<b>56,08</b>
Sunsystem PK ST NL					
червень	6,70	357,74	0,67	5904,45	24,49
липень	19,80	414,21	0,71	15942,96	54,15
серпень	17,95	426,47	0,71	15676,01	51,68
вересень	1,80	428,36	0,65	1948,23	7,04
$\Sigma$	46,25			39471,65	<b>54,15</b>

## 1.6 Оптимізація ССК

Оптимізація -в математиці це знаходження екстремуму (мінімуму або максимуму) цільової функції в деякій області конечномерного векторного простору, обмеженою набором лінійних та / або нелінійних рівностей і/ або нерівностей .

Розрахунок ССК за допомогою f- методу

Один з підходів до визначення параметрів системи сонячного теплопостачання полягає в моделюванні їх роботи на ЕОМ. Математичне моделювання зберігає важливе значення при проектуванні великих і нестандартних систем , проте широке поширення сонячних нагрівальних установок вимагає спрощеного методу їх розрахунку. Це особливо стосується стандартних систем , для яких вартість детальних машинних розрахунків не може бути виправдана. З цих причин було розроблено так званий f - метод розрахунку .

Наш підхід передбачає встановити важливі безрозмірні параметри системи сонячного теплопостачання і використовувати результати детального математичного моделювання їх роботи для отримання кореляцій між цими параметрами і довгостроковими характеристиками системи .

В результаті численних розрахунків із застосуванням математичних моделей для різних географічних пунктів у широкому діапазоні зміни основних параметрів системи отримана наступна кореляційна залежність між  $X$ ,  $Y$  і  $f$ .

Коефіцієнт заміщення (частка повної місячної теплового навантаження, забезпечується за рахунок сонячної енергії):

$$f = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3$$

яка справедлива в межах  $0 < Y < 3,0$  и  $0 < X < 18,0$ .

Аналіз параметрів, від яких ця величина залежить, дозволяє припустити, що коефіцієнт заміщення емпірично можна пов'язати з двома безрозмірними комплексами:

$$X = F_R U_L \frac{F'_R}{F_R} (T_{\bar{\sigma}} - \bar{T}_B) \Delta \tau \frac{A}{Q_H}$$

$$Y = F_R (\tau \alpha)_n \cdot \frac{(\overline{\tau \alpha})}{(\tau \alpha)_n} \bar{H}_T N \cdot \frac{F'_R}{F_R} \cdot \frac{A}{Q_H}$$

де  $A$  - площа сонячного колектора,  $\text{м}^2$ ;

$\frac{F'_R}{F_R}$  - ефективний коефіцієнт відводу тепла, що враховує вплив теплообмінника;

$U_L$  - повний коефіцієнт теплових втрат колектора,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$T_{\bar{\sigma}}$  - базисна температура, прийнята рівній  $90^\circ\text{C}$ ;

$\bar{T}_B$  - середньомісячна температура зовнішнього повітря,  $^\circ\text{C}$ ;

$Q_H$  - повна місячна теплове навантаження, Дж;

$H_T^{\text{мес}}$  - місячний денний прихід сумарної сонячної радіації на похилу поверхню колектора,  $\text{Дж}/\text{м}^2$ ;



$\overline{\tau\alpha}$  - середньомісячна наведена поглинательна здатність.

Безрозмірні комплекси X і Y мають певний фізичний зміст:

Y - можна трактувати як відношення кількості енергії, що поглинається пластиною колектора протягом місяця, до повної місячної теплової навантаженні;

X - відношення місячних теплових втрат колектора при базисної температурі до повної місячної теплової навантаженні.

Площа колектора A задається в якості вихідної величини, або варіюється при проведенні оптимізації в межах від  $1 \text{ м}^2$  до  $0,8A_{\text{кр}}$  (где  $A_{\text{кр}}$  - площа даху будівлі). Таким чином, всі величини в останніх двох виразах легко визначаються, якщо відомі вихідні дані.

Визначення безрозмірного комплексу X:

$$X = 3,168 \cdot 1(60 - 20) \cdot 30 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot \left( \frac{1}{22,23 \cdot 10^9} \right) = 0,0135$$

Визначення безрозмірного комплексу Y

$$Y = 0,7618 \cdot 1 \cdot 37,978 \cdot 10^6 \cdot 30 \cdot 0,99 \cdot \left( \frac{1}{22,23 \cdot 10^9} \right) = 0,039$$

Коефіцієнт зміщення

$$f = 1,029 \cdot 0,0378 - 0,065 \cdot 0,0321 - 0,245 \cdot 0,0378^2 + 0,0018 \cdot 0,0321^2 + 0,0215 \cdot 0,0378^3$$

$$f = 0,0389$$

Результати розрахунку довгострокових характеристик SintSolar CS зведені до таблиці 1.4-1.15.

Як бачимо, при розрахунку площі колекторів, необхідної для покриття навантаження на гаряче водопостачання, двома різними методами, одержуємо різну площу. При спрощеному розрахунку маємо  $31,38 \text{ м}^2$ . За допомогою f-методу видно, що необхідна площа  $40 \text{ м}^2$ .

Це тому, що f-метод враховує запас потужності, а у спрощеному розрахунку беремо число годин сонячного світіння, проте воно на практиці не точне.

Таблиця 1.4 - Розрахунок f-методу Altek AC-VG - Розрахунок безрозмірного комплексу X

	Площа							
Місяць	5	10	15	20	25	30	40	51
червень	0,44	0,89	1,33	1,77	2,21	2,66	3,54	4,79
липень	0,15	0,30	0,45	0,59	0,74	0,89	1,19	1,61
серпень	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,31	1,78
вересень	1,78	3,55	5,33	7,10	8,88	10,65	14,20	19,23

Таблиця 1.5 - Розрахунок f-методу Altek AC-VG - Розрахунок безрозмірного комплексу Y

	Площа							
Місяць	5	10	15	20	25	30	40	51
червень	0,46	0,91	1,37	1,83	2,28	2,74	3,65	4,95
липень	0,16	0,33	0,49	0,65	0,82	0,98	1,31	1,77
серпень	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,03	1,37	1,85
вересень	1,38	2,76	4,14	5,52	6,91	8,29	11,05	14,96

Таблиця 1.6 - Розрахунок f-методу Altek AC-VG - Розрахунок долі теплового навантаження f

Місяць	Площа							51,33954
	5	10	15	20	25	30	40	
червень	0,411078	0,72455	0,954603	1	1	1	1	1
липень	0,159615	0,305591	0,438577	0,55922	0,668166	0,766063	0,931302	1
серпень	0,166235	0,31756	0,454718	0,578452	0,689505	0,78862	0,954012	1
вересень	0,933603	1	1	1	1	1	1	1

Таблиця 1.7 - Розрахунок f-методу SintSolar CS - Розрахунок безрозмірного комплексу X

Місяць	Площа							
	5	10	15	20	25	30	40	61
червень	0,44	0,89	1,33	1,77	2,21	2,66	3,54	4,79
липень	0,15	0,30	0,45	0,59	0,74	0,89	1,19	1,61
серпень	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,31	1,78
вересень	1,78	3,55	5,33	7,10	8,88	10,65	14,20	19,23

Таблиця 1.8 - Розрахунок f-методу SintSolar CS - Розрахунок безрозмірного комплексу Y

Місяць	Площа							
	5	10	15	20	25	30	40	61
червень	0,46	0,91	1,37	1,83	2,28	2,74	3,65	4,95
липень	0,16	0,33	0,49	0,65	0,82	0,98	1,31	1,77
серпень	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,03	1,37	1,85
вересень	1,38	2,76	4,14	5,52	6,91	8,29	11,05	14,96

Таблиця 1.9 - Розрахунок f-методу SintSolar CS - Розрахунок долі теплового навантаження f

Місяць	Площа							
	5	10	15	20	25	30	40	61,35087
червень	0,352628	0,630335	0,842514	0,998561	1	1	1	1
липень	0,135998	0,26164	0,377356	0,483574	0,580723	0,669232	0,822043	1
серпень	0,14143	0,271545	0,390837	0,499797	0,598918	0,688692	0,842168	1
вересень	0,81484	1	1	1	1	1	1	1

Таблиця 1.10 - Розрахунок f-методу СПК-F2 Атмосфера (Китай) - Розрахунок безрозмірного комплексу X

	Площа							
Місяць	5	10	15	20	25	30	40	56
червень	0,44	0,89	1,33	1,77	2,21	2,66	3,54	4,79
липень	0,15	0,30	0,45	0,59	0,74	0,89	1,19	1,61
серпень	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,31	1,78
вересень	1,78	3,55	5,33	7,10	8,88	10,65	14,20	19,23

Таблиця 1.11 - Розрахунок f-методу СПК-F2 Атмосфера (Китай) - Розрахунок безрозмірного комплексу Y

	Площа							
Місяць	5	10	15	20	25	30	40	56
червень	0,46	0,91	1,37	1,83	2,28	2,74	3,65	4,95
липень	0,16	0,33	0,49	0,65	0,82	0,98	1,31	1,77
серпень	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,03	1,37	1,85
вересень	1,38	2,76	4,14	5,52	6,91	8,29	11,05	14,96

Таблиця 1.12 - Розрахунок f-методу СПК-F2 Атмосфера (Китай) - Розрахунок долі теплового навантаження f

Місяць	Площа							
	5	10	15	20	25	30	40	56
червень	0,38	0,68	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
липень	0,15	0,28	0,41	0,52	0,62	0,72	0,88	1,00
серпень	0,15	0,29	0,42	0,54	0,64	0,74	0,90	1,00
вересень	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблиця 1.13 Розрахунок f-методу Sunsystem PK ST NL - Розрахунок безрозмірного комплексу X

Місяць	Площа							
	5	10	15	20	25	30	40	54
червень	0,44	0,89	1,33	1,77	2,21	2,66	3,54	4,79
липень	0,15	0,30	0,45	0,59	0,74	0,89	1,19	1,61
серпень	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,31	1,78
вересень	1,78	3,55	5,33	7,10	8,88	10,65	14,20	19,23



Таблиця 1.14 Розрахунок f-методу Sunsystem PK ST NL - Розрахунок безрозмірного комплексу Y

	Площа							
Місяць	5	10	15	20	25	30	40	54
червень	0,46	0,91	1,37	1,83	2,28	2,74	3,65	4,95
липень	0,16	0,33	0,49	0,65	0,82	0,98	1,31	1,77
серпень	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,03	1,37	1,85
вересень	1,38	2,76	4,14	5,52	6,91	8,29	11,05	14,96

Таблиця 1.15 Розрахунок f-методу Sunsystem PK ST NL -Розрахунок долі теплового навантаження f

	Площа							
Місяць	5	10	15	20	25	30	40	54,14641
червень	0,392459	0,695714	0,922051	1	1	1	1	1
липень	0,151886	0,291361	0,418988	0,535327	0,640937	0,736381	0,899009	1
серпень	0,158166	0,302763	0,434437	0,553831	0,661588	0,758352	0,921476	1
вересень	0,900719	1	1	1	1	1	1	1

## 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ПАНСІОНАТІ «ЖОВТНЕВИЙ» ПМТ КИРИЛІВКА

### 2.1 Енергозберігаючі заходи за результатом енергетичного аудиту

Енергозбереження (економія енергії) - реалізація правових, організаційних, наукових, виробничих, технічних і економічних заходів, спрямованих на ефективне (раціональне) використання (економне витрачання) паливно-енергетичних ресурсів і на залучення в господарський оборот поновлюваних джерел енергії. Енергозбереження - важливе завдання по збереженню природних ресурсів.

На сьогодні кожна країна прагне до розвитку та вдосконалення, і перш за все це стосується використання природних ресурсів, адже з кожним роком їх запас стає все меншим. Тому всі намагаються адаптуватись в даній ситуації, впроваджуючи енергоефективні пристрої та використовуючи альтернативні джерела енергії. Спираючись на досвід таких країн як Данія, Великобританія, Германія та інших провідних держав в цій сфері, Україна намагається не відступати і йти в одній шерензі з ними.

Для того, щоб мати гарне та перспективне майбутнє необхідно перш за все розвиватися, мати бажання втілювати сучасні технології та користуватися досвідом економічно-розвинутих країн. Саме таким, економічно-розвинутим та енергоефективним містом ми бачимо наше Запоріжжя, і першим кроком для цього є виховання такої тактики у підростаючого покоління. Адже людина починає пізнавати світ з дитинства, і яким воно буде, все залежить від того, що її оточує і в яких умовах вона перебуває.

Актуальність енергозбереження зростає у всіх країнах, особливо в небагатих своїми енергоресурсами, у зв'язку з випереджаючим зростанням цін на основні традиційні види енергоресурсів і поступовим виснаженням їх світових запасів.

Незважаючи на активне впровадження енергозберігаючих джерел світла витрата електроенергії на освітлення залишається значним. Застосування більш ефективних джерел світла нерідко призводить не стільки до економії енергії, скільки до зайвої освітленості і антропогенному світловому забрудненню навколишнього середовища. Ключовими заходами оптимізації споживання електроенергії на освітлення є:

- максимальне використання денного світла ;
- оптимальне розміщення світлових джерел (місцеве освітлення, спрямоване освітлення);
- використання освітлювальних приладів тільки в разі потреби, перехід освітлення в черговий режим коли воно менше потрібно (наприклад, вуличне освітлення з 23-00 до 6-00 години);
- підвищення світловіддачі існуючих джерел (заміна ламп, плафонів, застосування більш ефективних відбивачів), заміна неефективних ламп розжарювання і містять небезпечну ртуть люмінесцентних ламп на більш енергоефективні, безпечні і довговічні світлодіодні лампи;
- застосування сонячних батарей;
- впровадження автоматизованої системи диспетчерського управління зовнішнім освітленням та установка інтелектуальних розподілених систем управління освітленням (що мінімізують витрати на електроенергію для даного об'єкта).

В електрообігріві:

- підбір оптимальної потужності електрообігрівальних приладів;
- оптимальне розміщення пристроїв електрообігріву для зниження часу і необхідної потужності їх використання;
- використання пристроїв регулювання температури, в тому числі пристроїв автоматичного включення і відключення, зниження потужності в залежності від температури, тимчасових таймерів;
- використання теплових акумуляторів;

– заміна прямого електрообігріву на обігрів з використанням теплових насосів або різноманітних сонячних колекторів для нагріву води.

Переваги використання сонячної енергії:

- економія традиційних видів енергії;
- доступність круглий рік;
- безпека для навколишнього середовища;
- незалежність від підвищення цін на енергоносії;
- додатковий безкоштовний джерело тепла у Вашій опалювальній системі.

Було проаналізовано стан системи хімоводоочистки та визначено що йде нерациональне використання очищеної води. Було запропоновано використовувати у туалетах та ногомийках не очищену воду, а технічну воду з Артезіанської свердловини. Економія коштів складе близько 2000 грн. за сезон.

Також було запропоновано встановити трансформатор на 50 ква, для використання його при консервації пансіонату. На даний час стоїть один трансформатор 400 ква. Очікувана економія – 700 КВт· год активної енергії за рік, за рахунок зменшення втрат холостого ходу. Це становить близько 250 грн за рік при відсутності затрат.

Значну економію енергії можна отримати за рахунок реконструкції системи зовнішнього освітлення. Реконструкція полягає у заміні ламп, встановленні фотоелементів та розбивці загального освітлення на три окремих гілки: на консервацію пансіонату, нічне освітлення та вечірне освітлення.

Незначну економію також можна отримати завдяки розміщенню шторок при вході в холодильні камери. Вони допомагають затримувати проникнення тепла при відкритих дверях.

З екологічної точки зору дуже ефективним буде встановлення місцевих каналізаційно очисних споруд, так як стан місцевої каналізації нижче задовільного, а очисні споруди міста потребують капітального ремонту. Незадовільна міська каналізація спричиняє дуже велику шкоду Азовському

водойму та всій приазовській зоні, яка по законодавству України визнана курортною. З економічної точки зору встановлення очисних споруд на території пансіонату без підтримки місцевих органів влади є не вигідним. Термін окупності складає біля 7 років.

## 2.2 Можливість використання енергії вітру

Слід зазначити, що відносно перспектив розвитку енергетичної галузі, Україна дотримується світових тенденцій, спрямованих на розробку і впровадження програм економії енергоресурсів, підвищення енергоефективності і скорочення використання традиційних видів палива, прискорення темпів розвитку енергетики, з використанням відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), а також збільшення їх складової в загальному енергобалансі країни. Розробляючи стратегічні програми розвитку енергетики, що передбачає, у тому числі, можливість переходу до "низьковуглецевої" економіки, уряд прагне створити сприятливий інвестиційний клімат для компаній, працюючих у сфері розвитку альтернативної енергетики, щоб притягнути потенційних вітчизняних і іноземних інвесторів.

Світова фінансово-економічна криза уповільнила розвиток альтернативних видів енергетики у всьому світі. Проте це не завадило Україні в 2011 році за темпами розвитку вітроенергетики випередити не лише країни СНД, але і деякі провідні європейські держави. За даними Національної комісії з регулювання енергетики України в 2016 році встановлена потужність вітроелектростанцій (ВЕС) збільшилась на 73 % (на 66,1 МВт) і на кінець року склала 151,1 Вт (в порівнянні з 87,5 МВт в 2017 році).

Світовий досвід показує, що найефективніше енергія вітру використовується в морських і прибережних районах, а також в гірських і пересічених місцевостях. З цієї точки зору територія України, має відповідні географічні характеристики і значну кількість перспективних для

вітроенергетики зон. Найбільший вітровий потенціал мають значні території, прилеглі до Чорного і Азовського морям, а також Карпатський, Західно-Кримський і Східно-Кримський регіони. Крім того, є ділянки з підвищеним вітровим потенціалом в Донбаському регіоні і в Дніпропетровській області. При реалізації проектів з будівництва і введення в експлуатацію ВЕС на усіх цих територіях, можна було б забезпечити близько 30 % покриття потреб України в електроенергії.

Вітровий потенціал різних районів України визначається національним вітроенергетичним кадастром, який включає показники швидкості вітру (середньорічні і середньомісячні), обумовлені результатами багаторічних наукових спостережень, повторюваність швидкості вітрових напрямів протягом року, місяця, доби і так далі. Середньорічна швидкість вітру в приземному шарі на території України досить низька – 4,3 м/с. Більшість вітроагрегатів починають виробляти промисловий струм починаючи зі швидкості вітру 5 м/с. Якщо враховувати, що вони можуть використати енергію вітру до висоти 50 м (на деякій висоті від поверхні швидкість вітру зростає), то енергетичний потенціал на території України складає велетенську величину 330 млрд. кВт і перевищує встановлену потужність електростанцій України в 6 тисяч разів. Зрозуміло, ніхто не допускає думки про можливість його повного використання, але все одно ця величина вражає. Хоча, слід зазначити, що це орієнтовні розрахункові дані, оскільки прямі виміри швидкості вітру на висотах вище за щоглу флюгера одиничні. В таблиці 4.1 наведено дані про питомий енергетичний потенціал вітрової енергії в Україні.

Вітрові умови району відносно використання вітру визначаються вітроенергетичним кадастром, який включає різні показники швидкості вітру, обумовлені результатами багаторічних спостережень: середньорічні і середньомісячні швидкості вітру; повторюваність швидкості вітрових напрямів протягом року, місяця, доби.

Зі зменшенням впливу теплих і вологих атлантичних повітряних мас, які поступають на територію України з північного заходу, відбувається посилення континентальності клімату, що формує сприятливі умови розвитку вітроенергетики. На значення вітроенергетичного потенціалу (рис. 4.1 ) південних і південно-східних територій впливає також енергійне переміщення повітряних мас з Чорного і Азовського морів, і крім того – формування вітрів місцевого значення – у береговій зоні морів. Окремо слід розглядати гірські території України, для яких характерні великі швидкості вітру [5].



Рисунок 2.1 – Потенціал вітрової енергії на території України

Нині в Україні спостерігається бурхливий розвиток вітроенергетичної галузі, обумовлений, передусім, введенням різних пільг для девелоперів альтернативної енергетики, а також прийняттям т.з. "зелених" тарифів на електроенергію, отриману з використанням ВДЕ, які є одними з найвищих в Європі. Зокрема, для вітроустановок потужністю понад 2 МВт величина "зеленого" тарифу складає близько 11,3 євроцента за 1 кВт•год. Встановлені

"зелені" тарифи діятимуть аж до 2030 року. За даними Української вітроенергетичної асоціації, завдяки прийняттю податкових пільг на виробництво і ввезення устаткування для виробництва "чистої" енергії, а також дії високих "зелених" тарифів на купівлю електроенергії, отриманої з використанням В ДЕ, тільки за останні півтора роки в країні була запущена в експлуатацію половина із загальної кількості встановлених ВЕС. Відмітно, що в 2011 році уперше в Україні були встановлені сучасні віротурбіни мегаватного класу. Необхідно відмітити, що практично усі нові вітроенергетичні потужності (65,5 МВт), були введені в експлуатацію у рамках розвитку приватних інвестиційних проектів. Цей факт свідчить про те, що завдяки значній державній підтримці, в Україні сформувався і динамічно розвивається ринок вітроенергетики.

Нині на енергетичному ринку України працює велика кількість українських і іноземних компаній, що реалізують великі і менш масштабні інвестиційні проекти в різних вітроенергетичних перспективних районах країни. На сьогодні найбільший інтерес для інвесторів в питанні розвитку ВДЕ представляє Кримський півострів. Зокрема, в Криму реалізує три великі енергетичні проекти компанія "Конкорд Груп": "Конкорд Груп-Сивашська ВЕС" (потужністю 180 МВт), "Конкорд Груп-Сивашська ВЕС 2" і "Розвиток Криму" (по 100 МВт кожна). Українська компанія "Вінд Пауер"(ДТЕК) розвішає вітроенергетику в Запорізькій і Донецькій областях. У планах корпорації ДТЕК – будівництво 2 вітропарків, сумарною потужністю близько 100 МВт, вартістю близько 1,85 млрд. євро. У 2012 році будуть встановлено 30 генераторів на Ботієвському майданчику парку "ДТЕК Приазовський". Загальна потужність цього проекту, що складається з 3-х майданчиків ("Ботієвської", "Приморської" і "Бердянської"), складе 500 МВт. Ще одна українська компанія – "Вітряні парки України", почала реалізацію на території Криму великого енергетичного проекту зі спорудження шести вітроелектростанцій, об'єднаних 8 єдиною мережу. Після завершення будівництва тут працюватиме 150



вітроагрегатів, сумарною потужністю близько 1062,5 МВт. Вартість проекту оцінюється в 400 млн. євро. Для порівняння – загальна потужність чотирьох ВЕС, що діють нині в Криму: "Донузлавська ВЕС" (потужністю 18,7 МВт), "Воденергоремналадка"(26 МВт), "Тарханкутська ВЕС" (15,9 МВт) і "Східно-кримська ВЕС", – складає всього 59 МВт. Необхідно також відмітити, що в 2011 році компанія завершила будівництво двох перших черг потужністю в 25 МВт на "Новоазовській ВЕС" в Донецькій області і "Очаківській ВЕС" в Миколаївській області

На початку 2012 року на "Новоазовській ВЕС" було встановлено ще 5 вітроустановок, при цьому сумарна потужність парку виросла до 37,5 МВт. У 2012 році були встановлені вітрогенератори на майданчику "Березанської ВЕС" в Миколаївській області. У своїх проектах "Вітряні парки України" використовують турбіни німецької компанії FQhrlander AG, потужністю 2,5 МВт кожна. Складання вітроустановок запущене на ТОВ "Фурлендер Винд Технолоджи" в м. Краматорську.

Севастопольська компанія "Крим-Ірей" планує реалізувати проект будівництва вітряних парків в двох районах Луганської області, потужністю 400 МВт і 200 МВт. У 2012 році планується встановити 10 вітроагрегатів, а до 2015 року буде встановлено ще 179. Сумарна потужність вітряного парку складе більше 400 МВт. Об'єм капітальних інвестицій у будівництво – 500 млн. євро.

Разом з українськими компаніями, серйозний інтерес до реалізації проектів у сфері вітроенергетики проявляє ряд іноземних компаній і інвестиційних фондів. Зокрема, німецька інвестиційна компанія WKN Windkraft Nord AG планує побудувати в Криму дві ВЕС в Крас-ноперекопському і Джанкойському районах, загальною сумарною потужністю в 400 МВт. Вартість проекту складе 1 млрд, доларів США. Згідно з умовами проекту, компанія WKN займатиметься розробкою, проектуванням, фінансовим забезпеченням,

будівництвом і експлуатацією вітроустановок. Ця ж компанія планує побудувати в Одеській області три ВЕС сумарною потужністю 400 МВт.

Міжнародний консорціум Greenworx Holding NV (Бельгія) і Guris Construction & Engineering Co. (Туреччина) планують почати будівництво Західно-кримської ВЕС, потужністю 250 МВт, в Сакському і Чорноморському районах АР Крим. Ще один іноземний інвестор – компанія Euro Cape New Energy, планує реалізувати в Україні два великі проекти загальною потужністю 1000 МВт. Також, про свою зацікавленість побудувати в Криму ВЕС потужністю 50 МВт заявила французька компанія Nationale du Rhone.

Окрім інтенсивного розвитку великих проектів, в Україні відчувається необхідність в реалізації невеликих проектів, призначених для забезпечення електроенергією домогосподарств і приватних підприємств, що знаходяться далеко від районних центрів і ліній електропередач. Наприклад, в таких регіонах, як Крим і Закарпаття, враховуючи їх високий вітроенергетичний потенціал, так само можна успішно розв'язати проблему дефіциту електроенергії. Необхідно також відмітити, що Європейський банк реконструкції і розвитку (ЄБРР), у рамках інвестиційної Програми фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF), виступив інвестором першого вітроенергетичного проекту, реалізованого в Старосамборському районі Львівської області. Програма об'ємом 70 млн. євро призначена для фінансування приватних проектів в області відновлюваної енергетики в Україні. За словами керуючого директора ЄБРР по Туреччині, Східній Європі, Кавказу і Центральній Азії Олів'є Декампа "Україна має великий потенціал для розвитку генеруючих потужностей відновлюваної енергетики, і цей проект є внеском в його використання. Ми готові підтримувати реалізацію проектів вітряної і сонячної енергетики, малої гідроенергетики і виробництва енергії з біомаси в Україні шляхом надання власних засобів і технічної допомоги". Варто відмітити, що ЄБРР є в Україні найбільшим інвестором в області ВДЕ.

Що стосується технічного оснащення галузі, то треба сказати, що на українському ринку вітроагрегатів окрім установок вітчизняного виробництва, широко представлено устаткування провідних китайських і європейських виробників. Проте, за даними Української вітроенергетичної асоціації, близько 50 % усього продажу вітроагрегатів припадає на частку вітчизняного виробника. Фахівці відмічають, що окрім цінової переваги, українське устаткування показало надійну роботу в складних кліматичних умовах. При проектуванні вітроустановок українські розробники максимально врахували особливості місцевого клімату і вірогідні критичні навантаження: можливість обмерзання, різкі пориви і часту зміну напрямів вітру. Нині, завдяки оптимальному поєднанню ціни і якості, вітроагрегати українського виробництва визнаються багатьма експертами кращими у своєму сегменті ринку і мають великий попит в Німеччині, Угорщині, Португалії, Польщі, Казахстані, Білорусії, Франції, країнах Балтії. Наявність власного виробника конкурентоздатного і надійного устаткування, служить хорошою передумовою для успішного розвитку малої вітроенергетики в Україні.

Існує чимало переваг вітроенергетики, включаючи енергетичні, екологічні, економічні. Сумарна кінетична енергія вітру в світі може бути оцінена як у 80 разів вища від сумарного енергоспоживання людиною! І хоча для енергетичних потреб може бути використана лише певна частка від цього загального показника, майбутній розвиток самої технології має величезний потенціал.

Переваги для довкілля: відновлювальне джерело енергії, що зменшує залежність від викопного палива, скорочує рівень викидів парникових та інших шкідливих газів і сприяє боротьбі зі зміною клімату [6].

Економічні переваги Енергія вітру доступна практично в будь-якій країні й не залежить від коливання цін на викопне паливо, запаси якого невпинно скорочуються. За останні десятиріччя вартість вітрових електроустановок (ВЕУ), витрати на їх встановлення і обслуговування значно знизилися. В

майбутньому ці витрати продовжуватимуть зменшуватися. Встановити невелику ВЕУ можуть дозволити собі навіть кінцеві споживачі, особливо в тих країнах, де існують дотації та пільги на розвиток вітроенергетики. Наприклад, у США існує система стимулювання, коли споживач, який за рахунок вітрових електроустановок виробляє більше енергії, ніж здатен спожити, може продавати її в енергетичну мережу за підвищеним тарифом.

Розширення світового ринку вітроенергетики призвело до значного падіння цін на енергію, що виробляється вітром. Сучасні ВЕУ щорічно виробляють у 180 разів більше електроенергії, ніж 20 років тому. При цьому кіловат виробленої енергії подешевшав щонайменше вдвічі. При вдалому розташуванні вітроенергетичні станції можуть конкурувати за економічними показниками з атомними і тепловими електростанціями (АЕС і ТЕС відповідно).

Одне з основних обмежень розвитку вітроенергетики – це необхідність розташування установок у певних районах із високою інтенсивністю вітру. Інше обмеження полягає в необхідності виведення з експлуатації земель, які могли б бути використані під інші види господарської та природоохоронної діяльності. Але витрати землі на вітрові електростанції є набагато меншими, ніж на електростанції традиційних типів [7].

Економічні недоліки: відносно високі питомі інвестиції у вітроенергетичні проекти в порівнянні з традиційними галузями енергетики, що працюють на викопному паливі.

Екологічні недоліки:

- шумові впливи;
- можлива шкода для птахів, кажанів, деяких інших видів тварин;
- стробоскопічний ефект у північних регіонах.

Літературні джерела свідчать, що основними потенційно небезпечними видами впливу ВЕУ на птахів є такі:

Зіткнення з рухомими лопатями ВЕУ, із частинами суміжних конструкцій, зокрема лініями електропередач, або з повітряним потоком за турбіною, що може призводити до поранення збільшення смертності;

Турбування, пов'язане з переміщенням із зони навколо ВЕУ або з усієї території навколо вітрової електростанції (ВЕС). У результаті вимушеного переміщення, якщо птахи не в змозі знайти альтернативні придатні місця існування, може спостерігатися зменшення успішності розмноження або виживання. Турбування може бути викликано також у період будівництва.

Бар'єри переміщенню, що порушують екологічні зв'язки між територіями живлення, зимівлі, розмноження та линяння, а також подовжений час перельотів, пов'язаний із переміщенням навколо ВЕУ, що призводить до збільшення споживання енергії та може знижувати пристосованість до умов існування.

Зміна або втрата місць існування внаслідок розміщення ВЕУ або допоміжних і суміжних конструкцій.

Багато з описаних проблем можна вирішити в процесі розвитку технології, проте питання негативного впливу на популяції птахів вимагає подальшого вивчення і врахування при плануванні вітроенергетичних проектів.

Аналіз світового досвіду та української практики дає можливість підсумувати вигоди, які дає вітрова енергетика:

- крок до інтеграції у світову енергетичну систему;
- можливість покращити екологію, зменшивши вплив антропогенних факторів на навколишнє середовище, що приводить до порушення природних екосистем;
- з огляду на постійний ріст цін на енергоресурси – можливість зменшення негативних соціально-економічних наслідків цього процесу за рахунок розвитку соціально доступних видів енергетики, і як результат, підвищення життєвого рівня населення;

- відкривається можливість упровадження нових наукових, стратегічно важливих державних, а також і комерційних інфраструктурних проектів і розвитку енергетичної структури загалом;

- зміцнення і покращення енергетичної системи держави; – диверсифікація ресурсів альтернативної енергетики (вітроенергетики зокрема) підвищує економічний потенціал країни;

- поява і розвиток нових галузей промисловості, зокрема вітроенергетичного машинобудування.

### 2.3 Раціональне використання води

Було проаналізовано використання очищеної води і встановлено що вона частково використовується для об'єктів, які потребують спеціально отчищенне води. Було запропоновано використовувати в туалетах і ногомийки неочищеними воду, а технічну воду з артезіанських свердловин. Хімічний аналіз технічної води дозволяє використовувати її в даних цілях.

Витрата води, м<sup>3</sup>

$$D = (D_{y\partial T} \cdot N_T + D_{y\partial H} \cdot N_H) \Delta \tau = (0,15 \cdot 25 + 0,12 \cdot 3) \cdot 97 = 398,67$$

де  $D_{y\partial T}$  витрата води на 1 унітаз, м<sup>3</sup>/добу

$N_T$  - кількість унітазів, шт

$D_{y\partial H}$  - витрата води на одну ногомийку, м<sup>3</sup>/добу

$N_H$  - кількість ногомийок, шт

Економія, грн/сезон

$$E_{\text{ТехВод}} = C_{\text{ОВ}} \cdot D \cdot K_{\Phi} - C_A \cdot D = 7,22 \cdot 398,67 \cdot 1,3 - 0,14 \cdot 398,67 = 4131,29$$

де  $C_{OB}$  - ціна на воду, грн

$K_{\phi}$  - коефіцієнт води, що скидається при використанні очищення, прийнят згідно паспорту установки АТ-400-BW-1,5.

$C_A$  - вартість вод з Артезіанської свердловини

## 2.4 Підключення додаткового трансформатора

При аналізі енергоспоживання було виявлено що йде нераціональне використання трансформатора в період консервації бази відпочинку. На даний час стоїть один трансформатор на 400 ква.

Запропоновано встановити резервний трансформатор на 50 ква, для використання його при консервації. Даний трансформатор є в наявності на складі і не використовується.

Очікувана економія за рік, за рахунок зменшення втрат холостого ходу і втрат короткого замикання, грн / рік

$$E_{TP} = C_{эл} \cdot (\Delta P_{400} - \Delta P_{50}) \cdot \Delta \tau = 1,75 \cdot (1215 - 317) \cdot 5 = 7852,17.$$

де  $\Delta P_i$  - сума втрат в трансформаторі і-й потужності

$\Delta \tau$  - кількість місяців консервації, за винятком періоду обігріву

## 2.5 Реконструкція системи освітлення

Значну економію енергії можна отримати за рахунок реконструкції системи зовнішнього освітлення. Реконструкція полягає у встановленні фотоелементів і розбивці загального освітлення на три окремих режими: на консервацію бази, нічне освітлення і загальне освітлення.

Рекомендується встановити фотоелементи для автоматичного включення / вимикання системи освітлення. Даний захід дозволить

раціональніше використовувати електроенергію і не враховувати людський фактор.

Перемикання між системами освітлення рекомендується проводити в ручному режимі. Це не потребуватиме додаткових витрат на автоматику і усуне проблеми при продовженні часу відбою.

Освітлення, для використання в період консервації бази відпочинку, фактично не дасть економії, так як в даний період його використовують шляхом безпосереднього відключення ламп. Рекомендується використовувати третю фазу для даного режиму, з метою впровадження автоматизації.

Час роботи системи освітлення:

Загальне - 19:30 – 22:00 .

Нічне - 22:00 - 4:00.

На даний момент в дитячому оздоровчому таборі встановлено 57 ліхтарів з лампами типу ДРЛ – 250.

Рекомендована завантаженість систем освітлення:

Загальне – 100%.

Нічне – 33% (ліхтарі світять через два) – 18 ліхтарів;

Дежурне – 6 ліхтарів (4 по периметру та 2 по центру);

Очікуєма економія:

$$E_{\text{ТР}} = C_{\text{ел}} \cdot (N_{\text{загальне}} - N_{\text{ніч}}) \cdot P \cdot \Delta\tau,$$

де  $N_x$  - кількість ліхтарів;

$P$  - потужність ліхтарів;

$\Delta\tau$  - години роботи освіщення.



Очікуєма економія заходу, грн/рік

$$E_{\text{TP}} = 1,75 \cdot (57 - 18) \cdot 0,250 \cdot (6 \cdot 97) = 9930,75$$

### 3 ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

#### 3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів при експлуатації сонячних систем

Для запобігання аварій та нещасних випадків, пов'язаних з експлуатацією устаткування, потрібне систематичне проведення комплексних заходів технічного і організаційного характеру.

У цьому дипломному проекті проектується система плоских сонячних колекторів, направлених на потреби ГВП, на базі відпочинку у м. Кирилівка.

Серйозною проблемою є корозія теплообмінників, яка забруднює водопровідну воду, що користуються споживачі та може нанести непоправну шкоду організму людини. Для захисту від корозії застосовується газотермічне напилення трубних дощок, труб пароперегрівачів. Це відноситься тільки до кожухотрубних теплообмінників, виготовлених з вуглецевої сталі.

Електрокотел, який працює під напругою 250-380 В є резервним джерелом у системі. Електричний струм та напруга під якою він знаходиться можуть служити небезпечним та шкідливим фактором для життя людини. Тому для попередження шкоди організму людини треба дотримуватись правил користування електричним устаткуванням.

Не дивлячись на ефективну теплоізоляцію бака-акумулятора, трубопроводів гарячої води в приміщенні виділяється тепло ( $>23 \text{ Вт/м}^3$ ), що створює в теплий період роки в залі котельні підвищену температуру до ( $28 \div 30$  °C), що заважає віддачі тепла людським тілом при фізичній роботі в даному приміщенні.

Шум створюється циркуляційним насосом, який не перевищує 45 дБА, що є допустимою нормою. Гранично допустимий рівень шуму при обслуговуванні обладнання складає 80 дБА.

Рівень шуму циркуляційного насосу незначний і не потребує захисту від нього.

### 3.2 Заходи з поліпшення умов праці

Щоб уникнути виникнення аварійної ситуації при роботі, систему сонячних колекторів та гарячого водопостачання оснащують приладами контролю, захисту, сигналізації і блокувань. Для запобігання витоку фреону R12 через зварні і болтові з'єднання і запірну арматуру газопровід в зборі проходить випробування на відповідність вимогам правил безпеки в газовому господарстві України.

Трубопроводи гарячої води підлягають гідравлічним випробуванням в зібраному вигляді під тиском  $1,25 \cdot P_{\text{робоче}} = 1,25 \cdot 0,7 = 0,875$  МПа.

Для захисту персоналу від поразки електричним струмом в мережі трифазної напруги застосовується захисне заземлення, опір якого не більше 4 Ом. Всі струмоведучі частини і дроти ізолювані. Опір ізоляції на ділянці не менше 500 кОм. Ізоляція устаткування (нового або встановленого після ремонту) перевіряється перед пуском. Приймається захисне блокування, тобто відключення електроланцюга при аварійній ситуації з повним часом спрацьовування 0,2 секунди.

Для зменшення дії надмірних тепловиділень на людей, що працюють в котельному залі, особливо в теплу пору року, в приміщенні котельні застосовується загальнообмінна механічна припливна вентиляція по схемі «знизу-вгору», продуктивністю 7 об'ємів на годину.

### 3.3 Виробнича санітарія

#### 3.3.1 Природне і штучне освітлення

Гігієнічні вимоги до виробничого освітлення, засновані на психофізичних особливостях сприйняття світла і його впливу на організм людини, можуть міститися в наступному:

- спектральний склад світла, яке створене штучно повинен наближатися до сонячного;

- рівень освітленості повинен бути достатнім і відповідати гігієнічним нормам, які враховують умови зорової роботи;

- повинні бути забезпечені рівномірність і стійкість рівня освітленості в приміщенні, щоб запобігти частій переадаптації і втоми очей.

Природне освітлення в цеху здійснюється через віконні отвори. У світлий час доби одночасно використовують природне і штучне світло, таким чином, в приміщенні передбачають поєднане освітлення.

Види електроосвітлення:

- у приміщеннях розподільних пристроїв і ГВП – робоче і переносне;

- на майданчиках обслуговування електрокотла – робоче, переносне;

Напруга мережі освітлення ~ 220 В, переносного ~ 12 В ~ 36 В.

Освітленість робочих поверхонь при штучному освітленні складає 200 лк. Як джерела світла при штучному освітленні використані наступні світильники:

- з лампами розжарювання марок Б 215-225-100, НСП11×100-23443;

- з люмінесцентними лампами марок ПСПО2-2×40 и ЛБ- 40-1.

Передбачено аварійне освітлення, яке включається у разі аварії і живиться від автономної електростанції потужністю 4 кВт. Під час обслуговування обладнання, яке знаходиться в окремому приміщенні, необхідно пильно слідкувати за дотриманням технологічних параметрів роботи установки. Розряд зорової роботи для цих умов приймаємо 4 [4]. Нормоване значення коефіцієнта природної освітленості з урахуванням характеру зорової роботи і світлового клімату в районі розташування будівлі визначається по формулі %:

$$E_n = e \cdot m \cdot c = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,95 = 0,855 \approx 0,9\%$$

де  $e$  – коефіцієнт природної освітленості (к.е.о.),  $e=1\%$ ;

$m$  – коефіцієнт світлового клімату (без урахування прямого сонячного світла), визначається залежно від району розташування будівлі,  $m=0,9$ ;

$c$  – коефіцієнт сонячності клімату (з урахуванням прямого сонячного світла),  $C=0,95$ .

### 3.3.2 Вентиляція

Таблиця 3.1 – Мікроклімат виробничих приміщень для літнього періоду року і категорії роботи 2-а [5]

Нормований параметр	Одиниці вимірювання	Допустимі значення	Фактичне значення
Температура	$^{\circ}\text{C}$	21-23	18-27
Відносна вологість	%	40-60	50
Швидкість руху повітря	м/с	0,3	0,14
Інтенсивність теплового випромінювання	Вт/м <sup>2</sup>	до 100	390

Роботи, що проводяться обслуговуючим персоналом в окремому приміщенні по енерговитратам можна віднести до другої категорії робіт, тобто фізична робота середньої тяжкості – пов'язана з ходьбою, така, що не вимагає перенесення тяжкості, або перенесенням невеликої тяжкості (до 10 кг). Допустимі параметри навколишнього середовища приведені в таблиці 4.2.

У приміщеннях з надлишками явного тепла температура повітря допускається не більше ніж на  $3^{\circ}\text{C}$  вище за середню зовнішню температуру найжаркішого місяця, але не більше  $28^{\circ}\text{C}$ .

За допомогою вентиляції усувається шкідлива дія надмірного тепла на організм людини. Застосовується змішана (природна і механічна) загальнообмінна припливна вентиляція.

### 3.4 Електробезпека

Як засоби індивідуального захисту від поразки електричним струмом в електромережах з напругою до 1000 В використовують: діелектричні рукавички, інструмент з ізольованими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, гумові килимки, ізольовані підставки. Для захисту людини від поразки електричним струмом використовують захисне заземлення. Котельня відноситься до 1 категорії по надійності електропостачання. Обладнання, яке може бути небезпечним для життя людини при неправильному його використанні - це електрокотел, що є резервним джерелом для підігріву води у ГВП, підпиточний, циркуляційний насос, який прокачує рідину по системі. Також небезпечним джерелом можуть бути металеві труби, що з'єднують систему СК, які знаходяться на даху будинку.

Захист устаткування від короткого замикання здійснюється за допомогою автоматів, а від перенавантаження – тепловими реле. Система зовнішнього і внутрішнього освітлення живиться від внутрішніх мереж електропостачання.

По ступеню небезпеки поразки людей електричним струмом технічне приміщення, де встановлений електрокотел, відноситься до приміщень з підвищеною безпекою.

Воно характеризується наявністю в ньому умов, що створюють підвищену безпеку: можливість одночасного дотику людини до металоконструкцій, що мають з'єднання із землею, технологічних апаратів, механізмів, з одного боку, і до металевих корпусів електроустаткування – з іншого.

Безпека електроустаткування забезпечується:

- ізоляцією струмоведучих частин і їх закриттям;
- блокуванням апаратів для запобігання помилкових операцій за допомогою автоматичних вимикачів АЕ 2000, заземленням корпусів

електрообладнання і елементів установок, які можуть знаходитися під напругою.

Всі металеві частини електрообладнання, що не знаходяться під напругою, приєднуються до заземлюючого контуру. Як внутрішній контур заземлення використовуються металеві майданчики і сходи. Заземлення електроприймачів виконується сталевими трубами електропроводки, опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 4 Ом [6]. На проводах комутаційних апаратів повинні бути чітко вказані положення «включено» і «відключено».

Спеціаліст, який обслуговує електроустановки, має кваліфікаційну групу не нижче 3-ої.

Йому слід чітко пам'ятати, що після зникнення напруги з обслуговуваної ними електроустановки, воно може бути подане знов без попередження, як в умовах нормальної експлуатації, так і в аварійних умовах. На місці роботи повинні бути відключені струмоведучі частини, на яких проводяться роботи, а також і ті, які можуть бути доступні дотику при виконанні роботи. Доступні дотику струмоведучі частини можна не відключати лише в тому випадку, якщо вони будуть захищені ізолюючими накладками. Відключення повинне проводитися так, щоб виділені для виконання роботи частини електроустановки були з усіх боків відокремлені від струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, комутаційними апаратами або зняттям запобіжників. З фасадного і заднього боку щита шафи станції управління і шафи сигналізації повинні бути діелектричні гумові доріжки. Забороняється застосовувати невипробувані захисні засоби, термін чергового випробування яких закінчився.

На електроприводах, що мають автоматичне або дистанційне включення, є напис «Увага – включається автоматично!», «Увага – включається дистанційно!».

### 3.5 Пожежна безпека

Технічне приміщення, де встановлений електрокотел, відноситься до категорії Г – непожежобезпечне [7]. Причиною пожежі можуть бути недоліки в будівельних конструкціях, плануванні комунікацій і приміщень; дефекти обладнання; порушення режимів технологічних процесів; неправильне проведення роботи; необережність і недбалість персоналу.

Комплекс протипожежних заходів включає:

- обмеження розповсюдження вогню при виникненні пожежі;
- попередження виникнення пожеж;
- евакуація людей з будівлі, що горить;
- забезпечення умов для швидкого гасіння пожеж.

У разі потреби евакуації людей з будівлі, що горить, передбачено 2 евакуаційних виходи. У разі виникнення пожежі для зовнішнього пожежогасіння використовується пожежний гідрант, а для внутрішнього – вогнегасники. В окремому приміщенні, де встановлений електрокотел, є один щит в комплексі з: пожежним рукавом, багрою, відром і вогнегасником типу ОУ-5. В операторській технічного приміщення є один вогнегасник типу ОПС-10 і один типу ОУ-5. Крім того, є по одному вогнегаснику типу ОУ-5 в кабінеті начальника технічного приміщення. Вогнегасники типу ОУ-5 застосовуються при гасінні електроустановки під напругою; ОПС-10 – у будь-якому випадку.

Також у технічному приміщенні існує система пожежної сигналізації і автоматики. Для пожежної сигналізації використовують теплові датчики.

3.5.1 Умови, що сприяють виникненню пожежонебезпечних ситуацій на об'єкті.

Причини пожеж:



а) наявність у запобіжних пристроях електричних установок завищеного перетину;

б) експлуатація електричних нагрівальних приладів, встановлених поблизу горючих матеріалів.

Застосування електричних нагрівальних приладів заборонено: у складських приміщеннях; у невстановлених місцях.

Куріння, розпалювання вогнищ, спалювання сміття і відходів виробництва:

а) спалювання сміття, сухої трави, відходів виробництва на території бази відпочинку та у виробничих приміщеннях не дозволяється.

Їх слід вивозити в певні місця утилізації.

Куріння заборонено (крім відведених місць) на території бази відпочинку та у виробничих приміщеннях.

При курінні в кабінетах і службових приміщеннях для збору недопалків необхідно мати попільнички або урни з негорючих матеріалів.

Застосування паяльних ламп і смолоскипів для відігрівання замерзлих трубопроводів в пожежонебезпечних приміщеннях і в будівлях зі спалимими конструкціями, в період знижених температур не дозволяється. Зварювальні і газорізальні роботи в пожежонебезпечних місцях повинні проводитися після очищення робочих місць від горючих матеріалів у радіусі 5 метрів від зварювання; наявність первинних засобів пожежогасіння та наряду - допуску встановленого зразка. Після закінчення робіт за місцем їх ведення має бути встановлено спостереження.

Пожежна сигналізація автономного характеру. Датчики виявлення загорянь реагують на підвищення температури в захищеному приміщенні. При спрацьовуванні датчика звуко-світлове табло видає звукові або світлові сигнали. Почувши сигнал, потрібно з'ясувати причину його появи. Якщо він з'явився в результаті спалаху, то необхідно підняти тривогу, зателефонувати в пожежну охорону по телефону 101 і начальнику охорони. До прибуття

пожежних підрозділів необхідно стримувати розвиток пожежі наявними засобами пожежогасіння - вогнегасниками, піском, відрами з водою та ін.

Будівля окремого технічного приміщення має захист від блискавки.

Дипломним проектом передбачено автоматичне відключення всіх систем при виникненні пожежі.

Витрата води на внутрішнє пожежогасіння прийнята два струмені по 2,5 л/с кожна.

Біля кожного пожежного щита слід встановити ящик з піском ємкістю не менше 0,5 м<sup>3</sup> [7].

### 3.6 Засоби індивідуального захисту

Засоби захисту для інженерного технічного персоналу і робочих, що займаються експлуатацією і ремонтом тепловикористовуючих установок і теплових мереж наступні: [8]

- захисні окуляри типу ЗП (закриті захисні окуляри з прямою вентиляцією), брезентові рукавиці типу Ми, Мп, Тп 100, протигази промислові, запобіжні пояси, страхуючі канати;

- тимчасові огорожі, попереджувальні плакати;

- гумові діелектричні рукавички (ТУ 38-10659-79), боти (ГОСТ 12.4.065-79), калоші, килимки, що ізолюють підставки.

Захисні засоби, що знаходяться в експлуатації і в запасі, зберігаються в умовах, що забезпечують їх справність і придатність до використання без попереднього відновного ремонту, тому захисні засоби повинні бути захищені від зволоження, забруднення і механічних пошкоджень.

### 3.7 Розрахунок сили струму, що проходить через тіло людини

Людина доторкнулася до фазного проводу трифазної мережі 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю. Треба визначити струм  $I_h$ , який проходить через людину.

Дано:  $r_o = 4$  [Ом] - опір електрообладнання;

$R_h = 1000$  [Ом] - опір заземлювача;

$r_{з.м.} = 50$  [Ом] – землі.

Струм  $I_h$ , який проходить через людину визначаємо, мА [9]

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + r_o}$$

$$I_h = \frac{220}{1000 + 4} = 0,219 \text{ А} = 219 \text{ мА}$$

Струм, що проходить через людину, доторкується до фази трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю в період нормальної її роботи, практично не змінюється зі зміною опору ізоляції та ємності проводів відносно землі, якщо зберігається умова, що повні провідності проводів відносно землі дуже малі в порівнянні з провідністю заземлення нейтралі.

При аварійному режимі, струм, що проходить через людину визначаємо за формулою, мА

$$I_a = I_h \cdot \frac{r_{з.м.} + 4\sqrt{3}}{r_{з.м.} \cdot r_o + R_h \cdot (r_{з.м.} + r_o)}$$

$$I_a = 219 \cdot \frac{50 + 4\sqrt{3}}{50 \cdot 4 + 1000 \cdot (50 + 4)} = 0,23 \text{ А} = 230 \text{ мА}$$

При опорі землі, який дорівнює 50 Ом, струм буде дорівнює 232 мА. При цьому опорі, струм, що проходить через людину, перевищує допустиме значення 100 мА і є смертельним.

Висновок: в такому випадку за необхідності перебування людини біля токопровідних частин, необхідно виконувати заходи безпеки, а також стояти на гумовому килимку та одягнути гумові рукавиці. Необхідною мірою для запобігання смертельних випадків є захід по впровадженню заземлення на токопровідні елементи, такі як електродвигун для компресора теплового насосу.

## 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Навантаження гарячого водопостачання на червень місяць, кВт·год

$$Q_{г.в.} = \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N n_{Д}$$

$$Q_{г.в.} = 1000 \cdot 4187 \cdot 0,03 \cdot (55 - 15) \cdot (200 \cdot 15 + 285 \cdot 5) / 10^9 = 22,23 \text{ ГДж} = 6175$$

-розрахунок навантаження водопостачання за липень місяць

$$Q_{г.в.} = \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N n_{Д}$$

$$Q_{г.в.} = 1000 \cdot 4187 \cdot 0,03 \cdot (55 - 15) \cdot 285 \cdot 7 / 10^9 = 10,02 \text{ ГДж} = 2784$$

-розрахунок навантаження водопостачання на серпень місяць

$$Q_{г.в.} = \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N n_{Д}$$

$$Q_{г.в.} = 1000 \cdot 4187 \cdot 0,03 \cdot (55 - 15) \cdot (285 \cdot 4 + 200 \cdot 18) / 1000000000 = 23,81 \text{ ГДж} = 6615$$

-річне навантаження на  $Q_{г.в.}$ , ГДж

$$\sum Q_{г.в.} = 56,07 \text{ ГДж} = 15575 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де  $\rho$  – щільність води  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  ;

$C_p$  – теплоємність води  $C_p = 4187 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)}$  ;

$V_{г.в.}$  – добова витрата гарячої води на людину,  $\text{м}^3$  ; [1]

$T_{г.в.}$  – температура гарячої води  $T_{г.в.} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$  ;

$T_{x.в.}$  – температура холодної води , для літніх місяців  $T_{x.в.} = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$  ;

$N$  – кількість відпочиваючих;

$n_D$  – кількість днів.

Знаходження об'єму баку акумулятора, м<sup>3</sup>

$$V_{\text{б}} = A \cdot F_{\text{ск}} \cdot 0,075$$

$$V_{\text{б}} = 1 \cdot 1,88 \cdot 0,075 = 0,141$$

$A$  - кількість колекторів, шт ;

$F_{\text{ск}}$  - площа абсорбації ( активна площа колектора), м<sup>2</sup> ;

0,075 - безрозмірний коефіцієнт , для розрахунку необхідного об'єму баку акумулятора [2].

В зв'язку з тим , що система працює тільки в літній період, необхідності в баці з теплообмінником немає. Ціна розраховувалась як  $Z_{\text{бак.т.}}$  ( бак з теплообмінником необхідної ємності)·0,25 [2]

$$Z = Z_{\text{бак.т.}} \cdot 0,25$$

$$Z_{\text{бак}} = 3500 \cdot 0,25 = 875$$

$Z_{\text{бак.т.}}$  3500 - ціна бака з теплообмінником  $V$  -0,2 м<sup>3</sup> , найближча до розрахованої ємності , грн;

Кількість теплової енергії яку отримає теплоносій за серпень, найхолодніший місяць літа місяць, кВт-год

$$Q_{\text{ск1}} = A \cdot F_{\text{ск}} \cdot \eta_{\text{ск}} \cdot H_{\text{Т.міс.}}$$

$$Q_{\text{СК}} = 17 \cdot 1,88 \cdot 0,7314 \cdot \left( \frac{1037,47 \cdot 10^3}{3600} \right) = 6736,5$$

$H_{\text{Т.міс.}}$  – Прихід сонячної радіації на поверхність  $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$

Навантаження на серпень місяць складає  $Q_{\text{з.в.}}$  - 6615 кВт·год ,отже кількість колекторів підібрана правильно.

Сумарна кількість теплової енергії за літній період яку може прийняти сонячний колектор, кВт -год

$$\begin{aligned} \Sigma Q_{\text{СК}} &= Q_{\text{СК1}} + Q_{\text{СК2}} + Q_{\text{СК3}}, \\ \Sigma Q_{\text{СК}} &= 7335,5 + 7990,34 + 6736,42 = 22062,26. \end{aligned}$$

Сумарна кількість теплової енергії за літній період яку прийняв сонячний колектор , в звязку з непотрібністю в більшій кількості , кВт -год

$$\begin{aligned} \Sigma Q_{\text{СК}} &= Q_{\text{СК1}} + Q_{\text{СК2}} + Q_{\text{СК3}}, \\ \Sigma Q_{\text{СК}} &= 6175 + 2784 + 6615 = 15575. \end{aligned}$$

Капітальні витрати на придбання сонячної системи, грн

$$\begin{aligned} \text{КЗ} &= A \cdot Z_{\text{СК}} + Z_{\text{ба}} + Z_{\text{доп.об.}}, \\ \text{КЗ} &= 1 \cdot 4389 + 875 + 5000 = 10264. \end{aligned}$$

$Z_{\text{доп.об.}}$ - додаткове обладнання ( циркуляційний насос та теплоізоляція труб) , грн;

Економія грошових коштів з урахуванням відмови від електрокотла , грн

$$Z_{\text{ГВС.}} = \Sigma Q_{\text{з.в.}} \cdot Z_{\text{ел}},$$

$$Z_{\text{ГВС}} = 15575 \cdot 1,2227 = 19044,34$$

Період окупності системи з розрахунку забезпечення ГВП на 100% від ССК, рік

Терміни окупності сонячних нагрівальних систем - це один з найбільш важливих питань який слід вивчити для прийняття рішення про купівлю та встановлення геліосистеми. На основа зроблених розрахунків можна зробити висновок, чи доцільна установка геліосистем, або буде більш економно залишити все як є. Але на ряду з можливо великим скоро окупності, сонячна енергетика має радий достоїнств описаних вище, це в свою чергу вносить позитивні моменти при вирішенні покупки колекторів

$$\tau = \frac{K}{E}$$

Для гарячого водопостачання корпусу №3, пропонується використовувати басейний колектор Altek AC - VG відмінна риса якого - є велика площа нагріву. Розміщення колектора нижче накопичувальної ємності забезпечує природну циркуляцію води, що підвищує надійність системи. Як накопичувальна ємність гарячої води пропонується використовувати наявний на об'єкті сталевий бак об'ємом 3 м<sup>3</sup>, після його техобслуговування і термоізоляції. Так само додатково встановлюються два політіленових бака об'ємом 1000 л. кожний, для холодної води. Всі баки наповнюються за допомогою поплавкового клапана від існуючого водопроводу. Передбачається розводка гарячої води по корпусу трубою ПП d25 - d20 мм.

Для гарячого водопостачання будівлі Л6 - ЛІІ, пропонується три сезонних термосифонних колектора Sunrain TZL58/1800-20E з вбудованим змеевиковим теплообмінником, який має в своєму складі 20 вакуумних трубок і



накопичувальний бак на 200л. Усі три колектора об'єднуються трубопроводом рециркуляції d32 з ємністю 3 м<sup>3</sup>, корпусу №4.

Для гарячого водопостачання адміністративного корпусу пропонується два сонячних колектора Sunrain TZL58/1800-30, які мають у своєму складі 30 вакуумних трубок та накопичувальний бак на 300л кожен. Передбачається розгалуження гарячої води по корпусу трубою ПП d25 - d20 мм

Всі трубопроводи ГВС виконуються трубою PP-RCT PN- 20 армованої скловолокном (PPR - FB - PPR) теплоізольовані.

В таблицю 4.1. занесені економічні дані, скільки буде коштувати установка геліосистеми на базу відпочинку.

Таблиця 4.1 – Геліосистема нагріву води

Геліосистема нагріву води							
Найменування	Кіль- кість	Ціна одиниці, грн	Вартість загальна, грн	Найменування	Кіл ь- кіст ь	Ціна одиниці, грн	Вартість загальна, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
Корпус № 3							
Збирання колектора AC-VG-50	1	916,00	916,00	Сезонний вакумний колектор AC-VG-50	1	22199,60	22199,60
Збиранн\ та встановлення конструкцій кріплення СК на фасаді	1	1260,00	1260,00	Поліетиленовий накопичувальний бак, 1000л	2	2545,00	5090,00
Монтування опорних конструкцій баків ХВП	2	267,00	534,00	Клапан поплавковий F.A.R.G Srl 3/4", 320 мм з поплавком (511/2.3/4)	1	342,00	342,00

1	2	3	4	5	6	7	8
Встановлення баку ХВП 1000л	2	422,00	844,00	Врізання в бак 1" бронза	3	140,00	420,00
Підключення до баку ХВП/ГВП	4	130,00	520,00	Труба мідна Wieland SANCO 28,0x1,0	14	264,55	3703,65
Монтаж запірної арматури різьбової 3/4	6	76,00	456,00	Накидна гайка 28-1	4	221,28	885,12
Монтаж запірної арматури різьбової 1	2	83,00	166,00	Коліно 28/45 <sup>0</sup> , 2 муфти	5	49,87	249,35
Сверління стін та перекриття під трубопровід	18	80,00	1440,00	ПЕ ізоляція трубна TUBEX 10*22	60	15,94	956,40
Прокладання трубопроводу PPR 20-25	110	25,00	2750,00	ПЕ ізоляція трубна TUBEX 10*28	50	18,12	906,00
Прокладання трубопроводу PPR 32	16	41,00	656,00	ПЕ ізоляція трубна TUBEX 10*28	14	25,36	355,04
Прокладання трубопроводу CU 28	14	84,00	1176,00	ПЕ ізоляція трубна TUBEX 10*35	16	31,88	510,08
Термоізоляція трубопроводу	140	19,00	2660,00	Ізоляція Termolife ЕкоЛайт 50 мм 7,2м <sup>2</sup>	2	260,00	520,00

1	2	3	4	5	6	7	8
Технічне обслуговування та термоізолювання ємності ГВП	1	4573,00	4573,00	Кран кульовий FADO Classic PN40 20 3/4" НВ	5	177,89	889,44
Встановлення змішувача для раковини	16	152,00	2432,00	Кран кульовий FADO Classic PN40 25 1" НВ	2	283,04	566,09
Збирання змішувача для душу з PPR	8	180,00	1440,00	ПП Труба FADO PP-RCT армірована стекловолокном(PPR-FB-PPR) PN-20 32x5,4	16	97,85	1565,66
ПП Муфта редукційна FADO PPR 25*20	16	5,55	88,80	ПП Труба FADO PP-RCT армованна стекловолокном(PPR-FB-PPR) PN-20 25x4,2	50	51,41	2570,48
ПП Кут 90° FADO PPR20	50	3,51	175,26	ПП Труба FADO PP-RCT армованна стекловолокном(PPR-FB-PPR) PN-20 20x3,4	60	31,55	1892,81
ПП Кран шаровий для горячої води FADO PPR 20 барашкова ручка "метелик"	32	95,81	3065,88	ПП Крепление FADO PPR 20	50	3,51	175,26

1	2	3	4	5	6	7	8
Нікель Перехідник FADO FITT 1"x3/4"	2	80,33	160,66	ПП Крепление FADO PPR 25	40	3,51	140,21
ПП Крестовина FADO PPR 25	4	14,90	59,59	ПП Муфта з накидною гайкою пряма FADO PPR 25*3/4"	6	82,66	495,99
ПП Тройник FADO PPR 25	4	8,18	32,72	ПП Муфта з переходом на зовнішню різьбу FADO PPR 20*1/2"	32	20,45	654,30
ПП Тройник FADO PPR 20	16	4,97	79,45	Фум-стрічка FADO 19мм*0,25мм*15мм *0,3г	2	42,06	84,12
Шайба 8 кузовна цб D30 s 1,5	36	0,99	35,64	Змішувач для кухні Ferro Retro New XD4	16	1890,00	30240,00
Шайба 10 кузовна цб D30 s 2,0	10	1,13	11,30	S-хомут 1"(32-35мм) шуруп 7x70мм	10	18,22	182,20
Анкер двухраспирный SLR M16/0x140	3	34,65	103,95	S-хомут 3/4"(25-28мм) шуруп 7x70мм	18	16,17	291,06
Труба профільна 50/25/2 м	18	59,00	1062,00	Шпилька різьбова DIN 975 M16x2000	1	123,00	123,00
Труба профільна 50/30/3 м	12	88,12	1057,44	Гайка M16 6 цб	16	1,75	28,00

1	2	3	4	5	6	7	8
Емаль Kompozit ПФ-115 світло-сіра 2,8 кг	1	229,92	229,92	Шайба плоска М16цб	16	0,80	12,80
Диск по мет. 125x1,6NOVOABRASIVE	2	11,70	23,40	DIN 933 Болт М8x70 5,8 цб пр	36	3,78	136,08
DIN 934 Гайка М10 6 цб	10	1,67	16,70	DIN 934 Гайка М8 6цб	36	0,63	22,68
			21823,00				82410,13
Будівлі Л 6-11							
Збирання колектора	3	611,00	1833,00	Система сонячного нагріву води TZL 58/1800-20E	3	26201,37	78604,11
Встановлення сонячного колектора на дах	3	509,00	1527,00	Термостатичний змішуючий клапан АТМ 333 3/4"	3	2278,86	6836,59
Монтаж запірної артатури різьбової 3/4	6	76,00	456,00	Насос Wilo Star-RS25/6-130	1	3533,89	3533,89
Монтаж запірної артатури різьбової 1	4	83,00	332,00	ПП Муфта з накидною гайкою пряма FADO PPR 25*3/4"	21	82,66	1735,95
Монтаж насоса циркуляційного	1	375,00	375,00	ПП Труба FADO PP-RCT армована стеловолокномPN-20 32x5,4	90	97,85	8806,82

1	2	3	4	5	6	7	8
Прокладання трубопроводу PPR 20-25	170	25,00	4250,00	ПП Труба FADO PP-RCT армована стеловолокном( PPR-FB-PPR) PN-20 25x4,2	100	51,41	5140,96
Прокладання трубопроводу PPR 32	90	41,00	3690,00	ПП Труба FADO PP-RCT армована стеловолокном( PPR-FB-PPR) PN-20 20x3,4	70	31,55	2208,28
Термоізоляція трубопроводу	260	19,00	4940,00	ПП Муфта з переходом ea зовнішню різьбу FADO PPR 20*1/2"	15	20,45	306,71
Встановлення змішувача для раковини	14	152,00	2128,00	ПП Кріплення для труб FADO PPR 20	120	3,51	420,62
Збирання змішувача для душу з PPR	8	180,00	1440,00	ПП Кран шаровий для горячої води FADO PPR 20 барашкова ручка "метелик"	40	95,81	3832,35
S-хомут 1"(32-35мм)гайка м8	16	14,46	231,36	ПП Кран шаровий для горячої води FADO PPR 25	9	149,85	1348,63

1	2	3	4	5	6	7	8
Труба профільна 50/25/2 м	34	59,00	2006,00	Фільтр FADO Classic 25 1"		250,33	0,00
DIN7980 Шайба 8 пруж цб	48	0,19	9,12	Кран шар.FADO Classic PN 40 25 1" НВ	3	283,04	849,13
DIN934 Гайка М8 6 цб	80	0,72	57,60	Нікель Нипель FADO FITT 1"	2	72,73	145,47
Шайба 8 кузовна цб D30 s 1,5	48	0,99	47,52	ПП Муфта з накладною гайкою пряма FADO PPR 32*1"	2	144,88	289,76
DIN975 Стрижень М8 8,8 1м цб	6	48,00	288,00	Врізання в бак 1" бронза	2	140,00	280,00
Емаль Kompozit ПФ-115 світло-сіра 2,8 кг	1	229,92	229,92	ПП Тройник редуційний FADO PPR 32*25*32	14	16,36	229,01
Диск по мет. 125x1,6NOVOABRASIVE	2	11,70	23,40	ПП Тройник редуційний FADO PPR 25*20*25	4	8,76	35,05
См-с Дюбель 6x60 ПП пот швид.монтаж	200	0,64	128,00	ПП Тройник FADO PPR 25	12	8,18	98,15
Автоматичний вимикач ВА47-29 2Р, 1А, 4,5 кА, характеристика С, ІЕК	1	100,00	100,00	ПП Тройник FADO PPR 20	14	4,97	69,52



1	2	3	4	5	6	7	8
Корпус пластиковий, підвішений (NT)3- модульний однорядний	1	52,00	52,00	ПП Муфта редуційна FADO PPR 25*20	8	5,55	44,40
Провод ПВСнгд 3х1,5	20	14,26	285,20	ПП Кут 90 <sup>0</sup> FADO PPR20	84	3,51	294,44
Стрічка бандажна	4	200,00	800,00	ПП Кут 45 <sup>0</sup> FADO PPR20	28	4,09	114,50
S-хомут 3/4"(25-28мм) шуруп 7х70мм	32	16,17	517,44	Змішувач для кухні Ferro Retro New XD4	14	1890,00	26460,00
S-хомут 1_1/4"(40-45мм) гайка м8	20	16,05	321,00	ПЕ Ізоляція трубна TUBEX 10*22	70	15,94	1115,80
S-хомут 1"(32-35мм) шуруп 7х70мм	16	18,22	291,52	ПЕ Ізоляція трубна TUBEX 15*28	100	25,36	2536,00
				ПЕ Ізоляція трубна TUBEX 15*35	90	31,88	2869,20
			20971,00				153593,40
Адміністративний корпус							
Збирання колектора	2	611,00	1222,00	Система сонячного нагріву води TZL 58/1800-20E	2	23075,90	46151,80
Встановлення сонячного колектора на дах	2	611,00	1222,00	Термостатичний змішуючий клапан АТМ 333 3/4"	2	2278,86	4557,73

1	2	3	4	5	6	7	8
Монтаж запірної артатури різьбової 3/4	4	76,00	304,00	ПП Муфта з накидною гайкою пряма FADO PPR 25*3/4"	14	82,66	1157,30
Прокладання трубопроводу PPR 20-25	88	25,00	2200,00	ПП Труба FADO PP- RCT армірована стекловолокном(PPR -FB-PPR) PN-20 25x4,2	38	51,41	1953,56
Термоізоляція трубопроводу	88	19,00	1672,00	ПП Труба FADO PP- RCT армірована стекловолокном(PPR -FB-PPR) PN-20 20x3,4	50	31,55	1577,34
Встановлення змішувача для раковини	8	152,00	1216,00	ПП Муфта з переходом на зовнішню різьбу FADO PPR 20*1/2"	27	20,45	552,07
Збирання змішувача для душу з PPR	11	180,00	1980,00	ПП Кріплення для труб FADO PPR 20	40	3,51	140,21
Ескізний проект та кошторис	1	3380,00	3380,00	ПП Кран шаровий для гарячої води FADO PPR 20 барашкова ручка "метелик"	30	95,81	2874,26

1	2	3	4	5	6	7	8
На відрядження	36	150,00	5400,00	ПП Кран шаровий для горячої води FADO PPR 25	8	149,85	1198,78
Транспортні та накладні витрати	1	4040,00	4040,00	ПП Тройник редукційний FADO PPR 20*25*25	8	8,76	70,10
S-хомут 3/4"(25-28мм) шуруп 7x70мм	18	16,17	291,06	ПП Тройник FADO PPR 20	14	4,97	69,52
Труба профільна 50/25/2 м	12	59,00	708,00	ПП Муфта редукційна FADO PPR 25*20	7	5,5	38,85
DIN7980 Шайба 8 пруж цб	24	0,19	4,56	ПП Кут 90 <sup>0</sup> FADO PPR20	50	3,51	175,26
DIN934 Гайка M8 6 цб	44	0,72	31,68	ПП Кут 45 <sup>0</sup> FADO PPR20	28	4,09	114,50
Шайба 8 кузовна цб D30 s 1,5	24	0,99	23,76	Змішувач для кухні Ferro Retro New XD4	8	1890,00	15120,00
DIN975 Стрижень M8 8,8 1м цб	2	48,00	96,00	ПЕ ізоляція трубна TUBEX 10*22	50	15,94	797,00
Стрічка бандажна	1	200,00	200,00	ПЕ ізоляція трубна TUBEX 15*28	38	25,36	963,68
			22636,00				78867,03
Вартість загальна, грн	Роботи		654300,00	Матеріали			314870,0
Повна вартість геліосистеми, грн							380300,0

Таблиця 4.2 Оптимізація по площі сонячних колекторів SintSolar

			червень	липень	серпень				
А шт.	F, м <sup>2</sup>	Vб. М <sup>3</sup>	Q ск,кВт-год			Σ, кВт-год	Е, грн	КВ,грн	Т,рік
1	1,88	0,141	431,50	470,02	396,26	1297,78	2271,12	102640	45,2
2	3,76	0,282	863,01	940,04	792,52	2595,57	4542,25	150030	33,0
3	5,64	0,423	1294,51	1410,05	1188,78	3893,35	6813,36	198170	29,1
4	7,52	0,564	1726,02	1880,07	1585,04	5191,13	9084,48	245310	27,0
5	9,4	0,705	2157,52	2350,09	1981,30	6488,91	11355,59	289200	25,5
<b>6</b>	<b>11,28</b>	<b>0,846</b>	<b>2589,02</b>	<b>2784,36</b>	<b>2377,56</b>	<b>7750,94</b>	<b>13564,15</b>	<b>333090</b>	<b>24,6</b>
7	13,16	0,987	3020,53	2784,36	2773,82	8578,71	15012,74	376980	25,1
8	15,04	1,128	3452,03	2784,36	3170,09	9406,47	16461,32	426570	25,9
9	16,92	1,269	3883,54	2784,36	3566,35	10234,24	17909,92	470460	26,3
10	18,8	1,41	4315,04	2784,36	3962,61	11062,00	19358,50	514350	26,6
11	20,68	1,551	4746,54	2784,36	4358,87	11889,77	20807,10	572040	27,5
12	22,56	1,692	5178,05	2784,36	4755,13	12717,53	22255,68	615930	27,7
16	30,08	2,256	6175,83	2784,36	6340,17	15300,35	26775,61	814740	30,4
17	31,96	2,397	6175,83	2784,36	6615,46	15575,64	27257,37	867630	31,8

Таблиця 4.3 Оптимізація по площі сонячних колекторів Атмосфера

			червень	липень	серпень				
А,шт	F,м <sup>2</sup>	Vб. М <sup>3</sup>	Q ск,кВт-год			Σ, кВт-час	Е, грн	КВ,грн	τ,рік
1	1,85	0,26085	416,48	454,10	382,71	1253,29	153239,194	100600	45,9
2	3,7	0,5217	832,95	908,19	765,42	2506,57	306478,387	145950	33,3
3	5,55	0,78255	1249,43	1362,29	1148,14	3759,86	459717,581	192050	29,2
4	7,4	1,0434	1665,90	1816,39	1530,85	5013,14	612956,775	237150	27,0
5	9,25	1,30425	2082,38	2270,48	1913,56	6266,43	766195,968	279000	25,4
<b>6</b>	<b>11,1</b>	<b>1,5651</b>	<b>2498,86</b>	<b>2724,58</b>	<b>2296,27</b>	<b>7519,71</b>	<b>919435,162</b>	<b>326550</b>	24,8
7	12,95	1,82595	2915,33	2784,36	2678,98	8378,67	1024460,4	368400	25,1
8	14,8	2,0868	3331,81	2784,36	3061,70	9177,86	1122177,16	424050	26,4
9	16,65	2,34765	3748,29	2784,36	3444,41	9977,05	1219893,92	465900	26,7
10	18,5	2,6085	4164,76	2784,36	3827,12	10776,24	1317610,68	507750	26,9
12	22,2	3,1302	4997,71	2784,36	4592,55	12374,62	1513044,2	600700	27,7
13	24,05	3,39105	5414,19	2784,36	4975,26	13173,80	1610760,95	642550	27,9
15	27,75	3,91275	6175,83	2784,36	5740,68	14700,86	1797474,36	740250	28,8
18	33,3	4,6953	6175,83	2784,36	6615,46	15575,64	1904433,5	874800	32,1

Таблиця 4.4 Оптимізація по площі сонячних колекторів Sunsystem

			червень	липень	серпень				
А, шт	F, шт	Vб. М <sup>3</sup>	Q ск,кВт-час			Σ, кВт-час	Е, грн	КВ,грн	τ, рік
1	2,41	0,18075	536,38	586,61	493,89	1616,9	2829,54	113750	40,2
2	4,82	0,3615	1072,76	1173,21	987,79	3233,8	5659,08	174750	30,9
3	7,23	0,54225	1609,14	1759,82	1481,68	4850,6	8488,62	234750	27,7
4	9,64	0,723	2145,52	2346,42	1975,57	6467,5	11318,16	289750	25,6
<b>5</b>	<b>12,05</b>	<b>0,90375</b>	<b>2681,90</b>	<b>2784,36</b>	<b>2469,46</b>	<b>7936</b>	<b>13887,51</b>	<b>350450</b>	<b>25,2</b>
6	14,46	1,0845	3218,28	2784,36	2963,36	8966	15690,48	419250	26,7
7	16,87	1,26525	3754,66	2784,36	3457,25	9996,3	17493,47	474250	27,1
8	19,28	1,446	4291,04	2784,36	3951,14	11027	19296,45	529250	27,4
9	21,69	1,62675	4827,42	2784,36	4445,04	12057	21099,42	593500	28,1
10	24,1	1,8075	5363,80	2784,36	4938,93	13087	22902,41	648500	28,3
11	26,51	1,98825	5900,18	2784,36	5432,82	14117	24705,38	703500	28,5
12	28,92	2,169	6175,83	2784,36	5926,71	14887	26052,06	772500	29,7
15	36,15	2,71125	6175,83	2784,36	6615,46	15576	27257,37	946500	34,7

## ВИСНОВОК

Було розглянуто декілька схем використання альтернативної енергії на пансіонаті «Жовтневий».

Для вибору СК був проаналізований ринок сонячних колекторів . До головних критеріїв відбору враховувалось: дальність виробника від місця призначення, країна виробник , ціна та енергетична ефективність та гарантійний термін. Таким чином було підібрано декілька фірм, а саме: Атмосфера, Sunsystem, SintSolar. Проте на основі розрахунків був зроблений висновок ,що фірма SintSolar, на ряду з майже одноковими цінами та періодом окупності, має найбільший гарантійний термін та місце виготовлення продукції безпосередньо в м. Запоріжжя , а не у Китаї. Близьке розташування фірми виробника дає можливість скоротити термін доставки та період гарантійного обслуговування в разі виведення колектору із строю.

Перша схема представляла собою сукупність сонячних колекторів які розміщуються на даху. Вода за допомогою насосу подається до колекторів, і нагрівається, далі потрапляє до баку акумулятору, де зберігається до моменту її використання.

Було визначено, що для повного заміщення  $Q_{гвс}=15575$  кВт·год - потрібно 17 колекторів фірми SintSolar з капітальними втратами 8,7 млн. грн., та періодом окупності 31,8 роки.

Друга схема полягає в частковому заміщенні електроенергії за допомогою сонячних колекторів. Була отримана оптимальна площа для часткового заміщення , а саме 5- 6 колекторів, з капітальними втратами 33 тис. грн. , періодом окупності 25,2 роки. Заміщення такої схеми складає 50%.

Таким чином оптимальною схемою, на основі проведенного аналізу , для отримання альтернативної енергії являється схема з частковим заміщенням електроенергії за допомогою сонячних колекторів.

Більшість перелічених заходів можна віднести до будь якої бази відпочинку на Азовському узбережжі. А будь яке енергозбереження воно корисне не тільки з економічної точки зору. Воно по перше позитивно впливає на екологічний стан нашої держави, тобто на наше з вами здоров'я.

Також було розглянуто можливість використання енергії вітру, але із-за можливого шуму данний захід було признано як недоцільний.

Запропонована схема раціонального використовування води. Також розраховано енергозаощадження за рахунок підключення додаткового трансформатору та реконструкції системи освітлення.



## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Низькопотенційні та альтернативні джерела енергії. Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА Енергетичного напрямку всіх форм навчання/ Уклали Бердищев М.Ю, Чейлитко А.О., Назаренко О.М. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2015. – 270 с.
2. Яковлева, І.Г. Нормування в енергетиці: навчальний посібник для студентів ЗДІА спеціальності Теплоенергетика / І.Г. Яковлева, Р.Р. Матказіна – Запоріжжя:ЗДІА, - 2014.- 201 с.
3. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення - К: Мінбуд України. - 2006. – 187 с.
4. Sintsolar - фірма-виробник сонячних колекторів [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <http://www.sintsolar.com.ua/>
5. Wind Energy in Denmark – Research and technological Development [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <http://birdlife.org.ua>.
6. Идрисова А. // Повышение энергетической эффективности за счет использования регенеративной энергии// Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Выпуск № 20 / том 16. – 2 ст.
7. Стратегія енергозбереження в Україні / За ред. В. А. Жовтянського – К. : Академперіодика, 2006. – Т 1.– 510 с.
8. Стратегія енергозбереження в Україні / За ред. В. А. Жовтянського –К. : Академперіодика, 2006. – Т 2. – 600 с.
9. Ковалко М. Розвинута енергетика – основа національної безпеки України / М. Ковалко, О. Ковалко. – К. : “Бізнесполіграф”, 2009 – 104 с.
10. Энергетический менеджмент / Под. ред. А.В.Праховника. – К. : ІЕЕ НТУУ. “КПИ”, 2001. – 472 с.
11. Липсиц И. В. Инвестиционный проект: методы подготовки и анализа / И. В. Липсиц, В. В. Косов – М.: БЕК. 1996. – 304 с.

12. Закон України “Про альтернативні види рідкого та газового палива”. Від 14.01.2000 р. № 1391-ВВР.
13. Закон України “Про альтернативні джерела енергії”. Від 20.02.2003р. № 555-IV.
14. Постанова Кабінету Міністрів України “Про Програму державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики”. Від 31.12.97 р. № 1505.
15. Постанова Кабінету Міністрів України “Про невідкладні заходи щодо виконання Комплексної державної програми енергозбереження України”. Від 27.06.2000 р. №1040.
16. Гелиженко А. М., Гливенко С. В. Эколого-экономическая оценка перехода ТЭС Украины на угольную стратегию развития //Энергетика: економіка, технологія, екологія. – 2000. – № 3. – С. 28–33.
17. Делягин Г. Н., Лебедев В. И., Пермяков Б. А. Теплогенерирующие установки. – М.: Стройиздат, 1986. – 560 с.
18. Дикий Н. А. Комбинированное производство энергии для преодоления кризиса в энергетике //Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2000. – № 1. –С.13-17
19. Дикий Н. А. Энергоустановки геотермальных электростанций. – К.: Вища шк., 1989. – 198с.
20. Ефимов А. П. Энергобалансы промышленных предприятий: Уч. пособие. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 84с.
21. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: Справочник: В 2 ч. / Под ред. С. Калверта и Г. М. Инглунда. – М.: Металлургия, 1988. – Ч.1. – 758 с.
22. Карп И. Н., Мхитарян Н. М. Децентрализованное теплоснабжение зданий и сооружений //Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2000. – № 1. – С.5-17.

23. Кириллин В. А. Энергетика сегодня и завтра. – М.: Педагогика, 1983. – 128 с. 24. Кириллин В. А. Энергетика. Главные проблемы. – М.: Знание, 1990. – 128 с.
24. Маляренко В. А. Концептуальные положения развития муниципальной энергетики Украины. //Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техника, 2000. – Вып. 25. – С. 208-216.
25. Маляренко В. А. Энергетика и экологическая ситуация в Украине. //ІТЕ: Інтегровані технології та енергозбереження. – 2001– № 2. – С. 7–13.
26. Маляренко В. А., Охрименко В. В. Альтернативная энергетика и окружающая среда //Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техніка, 2001. – Вып. 27. – С. 263-269.
27. Маляренко В. А. Дмитриев И. Б. Эколого-энергетические факторы градостроительных решений //Труды 4-ой НПК “Новое в экологии и БЖД” 16-18 июня 1999, Санкт-Петербург, Россия. Балт. гос. техн. ун-т. – С-Петербург, 1999.– Т.1. – С. 85-88.
28. Маляренко В. А. Энергозбереження як діючий важіль реформування житлово-комунального господарства. //Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техніка, 2003. – Вып. 53. – С.7-14.
29. Маляренко В. А., Лысак Л. В. Реабилитация и развитие коммунальной теплоэнергетики на современном этапе //ІТЕ: Інтегровані технології та енергозбереження, 2004.– № 2. – С.48-57.
30. Маляренко В. А. Введение в инженерную экологию энергетики. – Х.: ХГАГХ, 2001. – 166 с
31. Білонога Ю. Л. Шляхи енергозбереження із використанням поверхнево-активних речовин (ПАР) при екстрагуванні гепарину у псевдозрідженому шарі / Ю. Л. Білонога, У. Р. Драчук // Інтегровані технології та енергозбереження. - 2009. - № 2. - С. 8-13.

32. Степ'юк, М. Д. Проблеми енергозбереження газотранспортних підприємств в умовах кризи / М. Д. Степ'юк, Л. Т. Гораль, В. І. Мілевська // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. - 2009. - № 3. - С. 136-139.

33. Бойко В.В. Щодо контролю за використанням коштів державного бюджету України при реалізації політики енергозбереження та енергоефективності в Україні / В.В. Бойко, О.О. Кульчій, Т.В. Підлісна // BUILDING INNOVATIONS – 2019: зб. наук. пр. II Міжнародної укр.-азерб. конф., 23 – 24 трав. 2019 р. – Полтава: ПолтНТУ, 2019. – С. 436-438.

34. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн [Електронний ресурс] // Київ. –2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.energy/wpcontent/uploads/2018/01/Pidvyshhennya-energoefektyvnosti-v-YES.pdf>

35. ДНС 3.3.6.042-99. Санітарні норми виробничих приміщень. Київ 1999.

36. ДБН В.2.5-27-2006 Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд-М: Мінбуд України. Київ 2006.

37. ДБН В.1.1.7–2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва -М: Держбуд України. Київ 2003.

38. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві -М:Держбуд України, Київ 2009.

39. ДСТУ 3008:2015. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення

40.